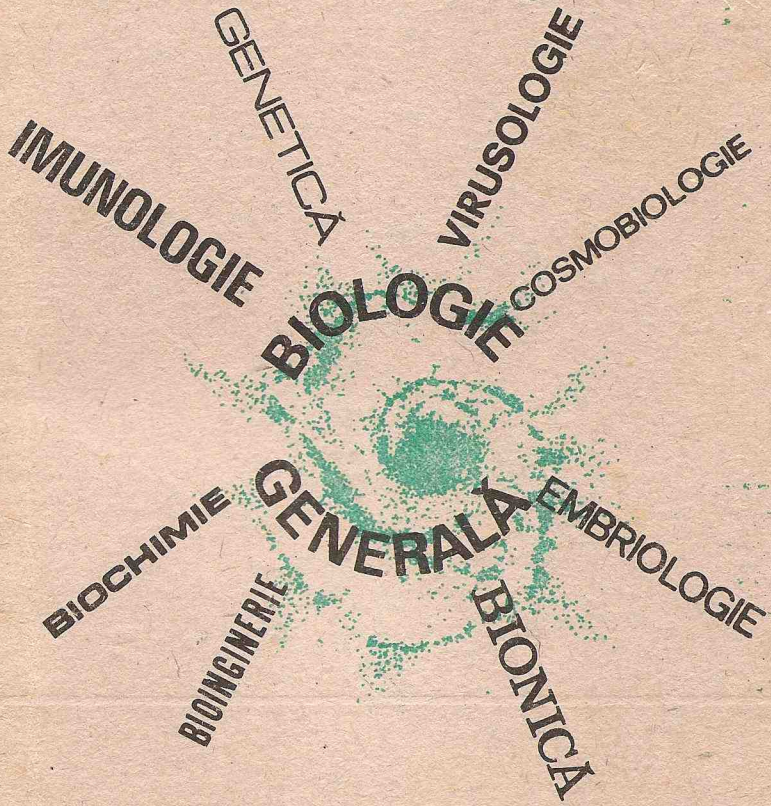
ȘTIINȚA PENTRU TOȚI
312

MARIN DUMITRESCU

Biologia pe înțelesul tuturor



Știința pentru toți

Cunoștințe despre Univers

COLECȚIA „ȘTIINȚA PENTRU TOȚI"
apare sub egida
CONSILIULUI NAȚIONAL
AL
FRONTULUI DEMOCRAȚIEI ȘI UNITĂȚII SOCIALISTE

MARIN DUMITRESCU

Biologia pe înțelesul tuturor

Liasi Sorin
Constanța
11 Iunie 1989.

EDITURA ȘTIINȚIFICĂ ȘI ENCICLOPEDICĂ
București — 1989

Referent ştiinţific
Prof. dr. ION ANGHEL

ISBN 973-29-0015-6

INTRODUCERE

Toate corpurile din natură sînt alcătuite din materie, pe care o cunoaştem sub aspectul de materie nevie, anorganică, fără viaţă şi materie vie, organică, cu viaţă.

Ne interesează toate aspectele sub care se prezintă materia, atît pentru satisfacerea dorinţei de a cunoaşte, cît şi din necesitatea de a pune în serviciul nostru obiecte şi fenomene din natură.

În toate timpurile, omul a investigat şi viul. L-au interesat animalele, a cultivat plantele, a aprofundat cunoaşterea lor începută prin procedee empirice.

Cercetări sistematice au lărgit şi diversificat studierea materiei vii, lucrările ştiinţifice apărute în acest domeniu datînd din timpuri străvechi.

*Printre cele mai vechi lucrări despre vieţuitoare este şi cea intitulată „*Istoria naturală*", scrisă de Pliniu cel Bătrîn (Caius Plinius Secundus), care a trăit între anii 24—79 e.n.*

Dacă luăm ca punct de comparaţie această lucrare cu ceea ce s-a realizat pînă în prezent, în cercetarea vieţuitoarelor, constatăm că s-a acumulat un imens material, că s-au realizat mari progrese, că înţelegem multe aspecte ale viului, că mulţi oameni de ştiinţă cercetează materia vie sub diferitele ei aspecte.

Prin folosirea metodelor de cercetare proprii şi prin împrumutarea de metode, tehnici şi procedee de la alte ştiinţe s-au descifrat multe aspecte ale materiei vii.

Conlucrarea cu alte ştiinţe a avut ca rezultat firesc acumularea unui mare volum de cunoştinţe şi, drept urmare, formarea a noi discipline biologice.

Botanicii, zoologiei, anatomiei li se alătură alte ramuri, domenii biologice propriu-zise şi multe alte discipline de graniţă (nu puţine chiar au statut de-sine-stătător).

Cîmpul acesta larg de cercetări biologice urmărim să-l înfăţişăm în această lucrare, printr-o prezentare sintetică şi de actualitate.

În acest scop vom arăta stadiul actual al disciplinelor mai vechi cît şi al celor mai noi, sub aspectul formării lor, a obiectului de studiu, al cuceririlor ştiinţifice, al aplicaţiilor practice. Se va sublinia şi contribuţia biologilor români la progresul cunoaşterii viului.

În ceea ce priveşte ordinea prezentării disciplinelor biologice am preferat să le prezentăm în trei mari grupe: discipline biologice mai vechi, discipline biologice mai noi şi discipline de contact. O aranjare alfabetică ar fi situat virusurile la sfîrşitul lucrării, iar bacteriile la început, fapt socotit de noi nefiresc.

Apreciem că această prezentare va fi folositoare tuturor celor ce doresc să se informeze despre stadiile la care au ajuns oamenii de ştiinţă în investigarea acestui complex de materie, care poartă caracteristicile viului.

AUTORUL

BIOLOGIA GENERALĂ

În cadrul ştiinţelor biologice se studiază materia vie sub aspectele sale esenţiale şi generale.

Ştiinţa care *studiază originea, organizarea şi evoluţia materiei vii este* **biologia generală**. Prin obiectul său de studiu nu se suprapune şi nici nu înlocuieşte botanica sau zoologia şi nici alte discipline sau ramuri ale biologiei. Conlucrează cu toate ramurile biologiei, folosind datele acestora privind manifestările viului, le pune la dispoziţie cercetările sale, pentru înţelegerea cît mai deplină a materiei vii. Aşa cum filosofia studiază legile cele mai generale ale dezvoltării naturii, societăţii şi gîndirii, biologia generală studiază legile generale caracteristice materiei vii, însuşirile şi legăturile ce se stabilesc în structurile vii.

Ce este viaţa, ce este materia vie?

Definiţii ale viului sînt multe. Dr. V. Eşanu, în problema *Este virusul un sistem viu?* prezintă două definiţii ale viului. 1. „O formaţie este vie atunci cînd se poate perpetua şi înmulţi, singură sau în perechi, într-un mediu care prezintă un grad de complexitate mai mic decît al formaţiei însăşi“ (Klime). 2. „Viaţa este o proprietate a materiei care determină circulaţia

cuplată a bioelementelor în mediu apos, puse în mişcare în ultimă instanţă de radiaţiile solare pe drumul creşterii complexităţii" (Onsager şi Morowitz).

„Viaţa — afirmă N. Botnariuc — este o formă de mişcare şi organizare a materiei, caracterizată prin apariţia sistemelor biologice, în forma lor cea mai elementară".

Este fapt cert că materia vie a luat naştere din elementele ce se găsesc în materia nevie, în urma unui lung şir de transformări.

Elementele chimice de bază ce intră în compoziţia materiei vii sînt: carbonul, azotul, fosforul, hidrogenul şi oxigenul.

Carbonul este elementul fundamental pentru că participă la structurarea moleculelor organice, prin legăturile covalente pe care le realizează cu atomii altor elemente. Azotul participă la procesele de transfer cu H (procese energetice), iar radicalul $-NH_3$ participă la formarea moleculei peptidice. Fosforul, sub formă de acid fosforic, participă la formarea acizilor nucleici, se combină cu proteine şi lipide şi este acumulator şi distribuitor de energie în materia vie (ATP). Oxigenul şi hidrogenul sînt elemente active la structurarea materiei vii. Din combinarea acestor elemente se formează molecule mici sau monomeri. Prin gruparea mai multor monomeri de acelaşi fel se formează polimeri; cînd gruparea este formată din monomeri diferiţi ia naştere un pseudopolimer. Prin organizarea chimică a acestor componenţi, ce poate îmbrăca forme foarte diferite, se structurează şi componenţii unei celule: lipidele, glucidele, proteinele şi acizii nucleici.

Lipidele sînt substanţe solubile în solvenţi organici (eter, cloroform), au rol plastic şi de rezervă şi se împart în grăsimi propriu-zise şi lipoide (steroli).

Glucidele (hidraţii de carbon) servesc drept combustibil şi sînt monozaharide: glucoza, galactoza, fructoza,

manoza şi polizaharide: amidonul, glicogenul şi celuloza.

Proteinele participă la organizarea şi reglarea activităţii celulelor, la creşterea şi înmulţirea organismelor vii. Sînt proteine de transport (hemoglobina), contractile (miozina), hormonale (insulina), catalitice (enzimele), de structură (colagenul), de protecţie (fibrinogenul), de rezervă (cazeină, zeina).

Acizii nucleici (ADN şi ARN) sînt purtătorii şi transmiţătorii informaţiei ereditare.

Însuşirile materiei vii

Materia vie poate fi recunoscută după cele două caracteristici esenţiale ale sale.

Principala însuşire este *autoconservarea*, care se înfăptuieşte prin autoreînnoirea continuă a materiei vii, pe baza sintezei de substanţe, sub controlul factorilor genetici. Pentru ca să se realizeze acest lucru trebuie să existe o sursă energetică şi plastică.

Prin complexele schimbări fizice şi chimice, care constau în transformarea şi integrarea hranei în ţesutul viu (anabolism) şi, pe de altă parte, a oxidării şi distrugerii unor componente din protoplasmă, care eliberează energia necesară proceselor de asimilaţie — catabolism — se asigură autoconservarea organismelor.

Dacă ar exista însă numai aceste două procese, autoconservarea n-ar avea loc. Este necesar ca un sistem să dea naştere unui alt sistem, aproximativ identic cu el, să se reproducă. Această particularitate este *reproducerea*, care se desfăşoară cu participarea acizilor nucleici.

Materia care are aceste proprietăţi este materia vie.

Originea și evoluția vieții

Cum au luat naștere organismele vii și cum au evoluat ele în decursul timpului este o problemă permanentă de studiu a biologilor.

În decursul timpului s-au formulat diferite concepții.

Generația spontanee este concepția care admite că ființele se pot forma în mod spontan, de la sine. Nu are un substrat științific temeinic argumentat.

Panspermia socotește posibilă apariția vieții prin intermediul germenilor veniți de pe alte planete pe Pământ. Conceptul întîmpină însă multe critici.

Biogeneza, concepție actuală, susține că viața pe Pământ a luat naștere din propria ei protomaterie organică și că izvoarele ei trebuiesc căutate pe planeta noastră.

Schițăm această evoluție biologică, după G. Zarnea.

a) *Perioada evoluției chimice* a început într-un univers dominat de H, care prin reacții de fuziune a dat naștere elementelor superioare, în special celor organogene sau biogene (C, N, S, P, O, halogeni și Fe). Sub acțiunea factorilor care au existat în atmosfera inițială a Pământului s-au format primele molecule organice.

S-au făcut experimentări în această direcție de către H. Urey și Stanley Miller.

b) *Perioada prebiologică* „presupune asamblarea, interacțiunea complexelor prebiologice (polipeptide, polizaharide, polinucleotide etc.), formarea de complexe multimoleculare, edificarea membranelor etc."

S-au emis mai multe ipoteze asupra acestei perioade și a fenomenelor ce au avut loc în ea.

Ipoteza Oparin-Haldane socotește că formarea coacervatelor, care iau naștere din molecule de polimeri organici, care s-au concentrat în anumite puncte spațiale și s-au separat de mediul înconjurător printr-o

anumită limită, sînt primele forme de organizare a materiei vii.

Coacervatele sînt „...o formă ipotetică de organizare a materiei organice care reproduce tot analogic unele procese inițiale de constituire a protobionților", nu sînt o structură vie „ci numai o tulburătoare potențialitate a unui organism viu, primordial" (T. Opriș).

Unde s-au putut structura primele unități de viață? Poate fi Oceanul Primar, apele de mică adîncime, substratele cu nămol, argile și alte minerale. Ipoteza Oparin-Haldane admite formarea coacervatelor „în supa Oceanului Primar".

Ipoteza Fox, emisă de cercetătorul S. W. Fox, admite ca sursă de energie căldura. Experimentînd cu acizii aspartic și glutamic a obținut polimeri cu greutatea moleculară cuprinsă între 5 000 și 25 000, pe care i-a numit *proteinoizi*. Aceștia, în apa sărată, la temperatura de 25°—45°C, se structurează în unele microsfere cu diametrul de doi microni. Microsferele au însușirea de a-și mări volumul prin adăugare de alți protenoizi sau prin absorbția de substanțe din mediu și se pot înmulți prin diviziune. Cînd pH-ul mediului este ridicat, microsfera se înconjoară cu o membrană proteică, asemănătoare cu membrana celulară. Dacă microsferele sînt supuse unei ușoare presiuni, ele se așază în lanțuri asemănătoare cu algele coloniale microscopice.

„În concepția lui Fox, proprietatea esențială a proteinoidelor este capacitatea lor de a se organiza rapid într-un număr imens de protocelule, capabile de metabolism, de creștere și reproducere, într-un mediu foarte diferit de cel actual" (G. Zarnea).

Ipoteza I. C. Simionescu — F. Daneș, cercetători din Iași, formulează ideea că primii protobiopolimeri s-au format pe suprafețele reci ale ghețarilor, pe suprafețele înghețate ale oceanelor și pe cristalele de gheață din atmosferă. Concepția lor „consideră că plasma rece

— ca sursă de energie primară — şi temperaturile scăzute (—50° şi —60°C) au fost factorii esenţiali ai evoluţiei chimice, care, acţionînd convergent, au determinat formarea compuşilor chimici macromoleculari, din gazele atmosferei primare" (G. Zarnea).

Ipoteza panspermiei dirijate admite că viaţa s-a format mai întîi pe o „planetă mai veche", unde au fost condiţii favorabile, de unde a fost însămînţată pe Pămînt de fiinţe inteligente.

Ipoteza absorbţiei, formulată de cercetătorul israelian Katschalski, susţine că unele minerale, care se găsesc şi astăzi în locuri unde s-ar putea desfăşura biogeneza ca în trecut, ar absorbi compuşii organici din apele primare. Un mineral numit montmorilonit, un fel de argilă neagră, manifestă proprietăţi catalitice „contribuind nu numai la orientarea, dar şi la imprimarea unei anumite ordini, secvenţe, a sintezelor".

Apariţia informaţiei biologice este ipoteza care consideră apariţia ADN-ului şi a ARN-ului etapă principală în evoluţia biologică.

Sînt cercetători care dau prioritate apariţiei ADN, deoarece moleculele acestui acid au capacitatea de a codifica formarea proteinelor, de a se replica şi de a suferi mutaţii.

Alţii atribuie rol primordial ARN (Barbieri) şi consideră că viaţa a apărut pe Pămînt odată cu strămoşii ribotipurilor actuale.

Ce s-a întîmplat cu aceşti protobionţi, cum au evoluat pînă a ajunge la stadiul de-sine-stătător?

După Oparin, revoluţia în organizarea materiei vii s-a produs din momentul cînd a apărut membrana şi a favorizat structurarea celulei. Încorporarea în celulă a unui pigment asimilator i-a asigurat o viaţă autotrofă. Ca urmare a procesului de fotosinteză, atmosfera reducătoare a devenit oxidativă. S-a edificat un nou mod de viaţă.

Prin adaptare, prin selecţie şi evoluţie s-a ajuns la apariţia organismelor microscopice denumite procariote. Ele au apărut în Precambrian.

Apariţia celulelor eucariote a început în Precambrianul inferior, cînd în atmosferă s-a acumulat oxigen, produs de cianobacterii, fapt ce a determinat trecerea de la atmosfera reducătoare a Pămîntului, la o atmosferă oxidativă. Ca urmare, unele bacterii anaerobe au învăţat să utilizeze oxigenul, formînd mecanisme specifice (G. Zarnea).

Ipoteza L. Margulius, ipoteza endosimbiotică a biologului american, consideră că „evoluţia lucrează la nivel molecular şi că simbioza dintre unele organite celulare, determinată de schimbarea condiţiilor de viaţă în cadrul oceanului primar, ar duce la formarea unor organisme noi, cu alte tipuri de hrănire".

Procariotul heterotrof este locul de plecare al tuturor organismelor vii, pentru că el posedă codul genetic actual şi prezintă sinteza proteică. Aceştia s-au transformat în diferite tipuri prin mutaţii şi selecţie naturală. Procariotele anaerobe foloseau hidrogenul sau hidrogenul sulfurat pentru a reduce CO_2. Ulterior, unele procariote au folosit hidrogenul din apă pentru reducerea CO_2 şi obţinerea oxigenului. Creşterea cantităţii de oxigen din atmosferă a determinat procariotele anaerobe heterotrofe să realizeze endosimbioza cu o bacterie mutantă aerobă şi aşa a apărut celula eucariotă ancestrală, strămoşul eucariotelor de azi. În stadiul următor, eucariotul a format simbioză cu o bacterie spirochetă, deci va avea un organ de mişcare pentru căutarea hranei. Din amoeboflagelate — de tip protozoar — s-au format, prin evoluţie, fungii şi animalele, iar mai tîrziu plantele. În stadiul al treilea a apărut cloroplastul, ca urmare a simbiozei dintre amoeboflagelate şi o algă fotosintetizantă, evoluînd pînă la cloroplastul de azi.

Deci, o evoluţie prin endosimbioze repetate.

Organizarea materiei vii

Potrivit concepției savantului L. Bertalanffi, materia anorganică sau cea organică are ca unitate de organizare un ansamblu de elemente identice sau diferite, care sînt unite printr-o conexiune într-un întreg și alcătuiesc un sistem (ex.: o piatră, un automobil, o plantă etc.).

Biologia generală studiază sistemele vii, numite sisteme biologice și precizează că acestea se caracterizează prin următoarele:

— conțin și transmit informații;

— prezintă integralitate, adică se comportă ca un tot, în relațiile cu părțile componente și cu cele exterioare;

— își mențin echilibrul dinamic;

— își desfășoară activitatea potrivit unui program;

— sînt capabile de autoreglare (se conservă, se dezvoltă, se reproduc);

— se prezintă sub diferite structuri care, deși heterogene, ele asigură existența întregului.

Datorită faptului că un sistem este alcătuit din subsisteme, este necesar să se stabilească o ierarhie a sistemelor. Biologii n-au ajuns la o concepție comună în această problemă. N. Botnariuc propune următoarele nivele de organizare:

1 — nivelul individual;

2 — nivelul populațional sau al speciei;

3 — nivelul biocenotic;

4 — nivelul biosferei.

În cadrul fiecărui sistem se disting trepte de dezvoltare (ex.: părțile componente ale unei plante: celula, țesuturi, organe, sînt trepte de dezvoltare la nivelul individual). Între diferitele nivele de organizare se stabilesc relații de subordonare și de coordonare.

Evoluția materiei vii. În sprijinul evoluției materiei vii, biologia generală prezintă dovezi naturale, cum sînt cele din domeniul chimiei și biochimiei, biologiei celulare, morfologiei comparate, sistematicii, biogeografiei și paleontologiei și dovezi experimentale ca înrudirea dintre specii și transformarea experimentală a speciilor.

Meritul de a fi descoperit mecanismele evoluției care conduce la formarea de specii noi aparține naturalistului englez Ch. Darwin. Factorii evoluției în concepția lui Darwin sînt:

— variabilitatea;

— suprapopulația:

— lupta pentru existență;

— selecția.

Cunoștințele despre evoluție au evoluat și ele, darvinismul s-a îmbogățit și în prezent există concepția sintetică a evoluției, rezultată din sinteza datelor mai multor științe.

Aceste probleme ale viului, studiate de biologia generală, conduc la înțelegerea mai deplină și conștientă a celorlalte discipline biologice.

MICROBIOLOGIA

În lumea vie există o grupă de organisme, invizibile cu ochiul liber — microorganisme — cu *studiul lor ocupîndu-se o ramură a biologiei*, **microbiologia.**

Microorganismele sînt un grup variat și eterogen în ceea ce privește morfologia, activitatea biologică și poziția sistematică, avînd drept caractere comune: dimensiunile microscopice, care le fac invizibile cu ochiul liber; organizarea, în general unicelulară; structura internă relativ simplă (G. Zarnea). Din acest grup fac parte bacterii, ciupercile microscopice (mucegaiurile și drojdiile), unele alge și protozoare. În acest

cadru se studiază și virusurile. Acesta este conceptul despre microorganism. În prezentarea noastră vom vorbi numai despre bacterii, virusurile fiind prezentate separat.

Primele microorganisme au fost studiate de către Antonie van Leewanhoek (1675). El le-a numit „animalicule", azi le numim bacterii.

Savantul francez Louis Pasteur (1822—1895) pune bazele științifice ale microbiologiei, prin demonstrații experimentale. Fermentațiile se datoresc bacteriilor din aer „nu unei forțe vitale", iar microbii sînt cauza bolilor infecțioase.

Poziția microorganismelor în lumea vie

Pentru K. Linné, în *Sistematica* sa, toate microorganismele erau denumite „Chaus infuzorium".

Unii cercetători le-au situat în grupa plantelor, argumentînd că nu există decît două grupe mari de organisme: plante și animale. Ținînd seama de faptul că unele microorganisme au atît caractere de plante cît și de animale *(Euglena viridis, Chlamidomonas)* s-a apreciat că este necesară trecerea lor într-un regn separat.

E. Haeckel, în 1866, a propus înființarea unui regn care să cuprindă formele inferioare de viață, pe care l-a numit *Protista*. În decursul timpului s-au făcut precizări și completări.

Cea mai recentă propunere este făcută de H. Whittaker, în 1969, bazîndu-se pe următoarele criterii:

1) existența a trei niveluri de organizare: procariot, eucariot și eucariot-multicelular și multinuclear;

2) existența a trei moduri de nutriție: nutriția fotosintetică (secundar absorbtivă) specifică plantelor; nutriția ingestivă, caracteristică animalelor; nutriția absorbtivă. Toate viețuitoarele sînt grupate în cinci regnuri:

1) regnul Monera cuprinde organismele unicelulare simple;

2) regnul Protista cuprinde organisme unicelulare sau unicelulare de tip eucariot;

3) regnul Plante;

4) regnul Fungi;

5) regnul Animalia.

Microorganismele aparțin regnului Monera.

Morfologia bacteriilor. Celula bacteriană are forme diferite: sferică, cilindrică, spiralată, filamentoasă, pătrată.

Proprietățile fizice sînt:

— dimensiuni microscopice și variate;

— se poate calcula suprafața lor, admițînd că au formă geometrică regulată;

— densitatea 1,07—1,32;

— greutatea se calculează împărțind greutatea unei anumite mase de celule la numărul de celule ce se găsesc în masa respectivă.

Ultrastructura celulei bacteriene. A fost o vreme cînd unii cercetători socoteau celula bacteriană un „sac cu enzime".

Cu ajutorul citochimiei și a microscopiei electronice s-a stabilit ultrastructura celulei bacteriene.

Conținutul celulei este grupat în două mari categorii:

a) *intraparietală:* care formează protoplastul. Aici se găsesc: membrana plasmatică, mezozomii, citoplasma, nucleotidul, ribozomii, sporul, aparatul fotosintetic, incluziunile, vacuolele, rhapidozomii, magretozomii;

b) *extraparietală*: capsula, stratul mucos, spinii, flagelii, pilii.

Metabolismul se desfăşoară într-o singură celulă şi este un metabolism necompartimentat. Are o mare flexibilitate, adaptîndu-se uşor la condiţii de viaţă foarte variate. Reacţiile metabolice se desfăşoară cu mare rapiditate, fapt ce asigură diviziunea celulară, la unele bacterii în 20′, faţă de celulele mamiferelor, cultivate *in vitro*, care se divid în 24 de ore.

Respiraţia bacteriană reprezintă totalitatea proceselor biochimice prin care celula obţine energia necesară activităţilor sale.

Transportul substanţelor prin membrana celulară. Pentru ca să se desfăşoare creşterea şi multiplicarea microorganismelor este necesară difuzia şi transportul substanţelor prin membrana celulară. Principale modalităţi de transport sînt: difuzia pasivă, difuzia facilitată, translocaţia de grup, transportul activ, şi endocitoza.

Creşterea şi înmulţirea bacteriilor. Celula bacteriană, pe baza substanţelor obţinute în procesul de metabolism, are o creştere continuă pînă în momentul cînd în interiorul ei toţi constituenţii sînt în cantitate dublă. Prin strangularea membranei citoplasmatice şi a peretelui celular se formează două celule fiice, identice. Fenomenul poartă numele de diviziune celulară şi se realizează prin sciziparitate sau fiziune binară.

Energia necesară desfăşurării activităţilor tuturor constituienţilor celulari se obţine „prin cuplare chimică cu reacţiile oxidative“ (G. Zarnea).

Energia liberă devenită disponibilă în urma reacţiilor de oxidare este captată de intermediari energetici care o conservă sub formă de energie chimică de legătură.

Două sînt principalele căi de conservare a energiei:

1) formarea de ATP prin fosforilare, la nivelul substratului;

2) sinteza de ATP prin fosforilare oxidativă şi prin fosforilare în care sinteza de ATP este cuplată de transport de electroni, care pot fi dependenţi de lumină (fototrofe), de oxidare a unor compuşi organici sau a unor ioni anorganici (la microorganismele chemotrope (G. Zarnea).

Importanţa cercetării bacteriilor

Studiul bacteriilor a lămurit faptul că unele sînt patogene, deci dăunătoare, iar altele folositoare.

Materiile organice din sol sînt degradate de către bacterii în substanţe mai simple, sub formă asimilabilă de către organisme.

Winogradski (1856—1953) a explicat fenomenul fixării azotului atmosferic, de către plante, prin intermediul unei bacterii.

Biochimia a folosit cunoştinţele despre bacterii şi a explicat enzimatologia bacteriană.

A luat naştere microbiologia industrială, care se ocupă cu folosirea unor bacterii în scopuri industriale. Fondatorul ei este E. Hansen (1812—1909).

Teoria modernă a dezinfecţiei şi a chimioterapiei selective se bazează pe studiul bacteriilor şi a fost formulată de J. Ehrlich (1854—1915).

Cunoaşterea bacteriilor a influenţat dezvoltarea biologiei, în general, şi a condus la apariţia biologiei moleculare.

În ţara noastră, numeroşi oameni de ştiinţă au cercetat microorganismele.

Victor Babeş (1854—1926) este fondatorul microbiologiei româneşti. A descoperit, în sistemul nervos al animalelor moarte de turbare, corpusculii Babeş-

Negri. Lucrarea *Bacteriile și rolul lor în etiologia, anatomia și histologia patologică a bolilor infecțioase*, în colaborare cu francezul R. Cornil este prima lucrare despre bacterii.

Ion Cantacuzino (1863—1934) a înființat Institutul de Microbiologie din București. Pentru combaterea unor boli (holera, febra tifoidă) a creat seruri și vaccinuri. A elaborat lucrări despre funcțiile fagogitare în regnul animal (1896) și imunitatea la nevertebrate (1923).

Constantin Ionescu-Sisești (1883—1962) a efectuat cercetări de imunologie, virologie și microbiologie generală.

Dumitru Combiescu (1877—1961) a studiat richettsiozele și zoonozele.

Mihai Ciucă (1883—1967) s-a remarcat în campania de eradicare a malariei în țara noastră și pe plan internațional.

VIRUSOLOGIA

Virusul este o particulă infecțioasă subcelulară și submicroscopică (latinescul virus = otravă, infecție, lichid otrăvitor).

Virusologia este *ramură a biologiei care studiază, sub multiple aspecte, virusurile.*

Conceptul de virus s-a format prin cunoașterea caracteristicilor acestuia:

— genomul este reprezentat fie prin ADN, fie prin ARN, dar niciodată amîndouă;

— virionul (numirea unui singur virus, cînd este luat ca unitate) are sediul numai în celula vie;

— o particulă virală nu conține nici o enzimă, nu posedă nici o însușire chimică necesară sintetizării și mobilizării de energie, deci este parazit absolut;

— multiplicarea virusurilor dintr-o celulă infectată se efectuează pe baza informației aduse de acidul nuclear viral;

— structura nucleocapsidei aparține unui tip determinat de simetrie, helicoidală sau cubică;

— conțin 3—5 gene (de ex., la mozaicul tutunului) și aproximativ 100 gene (la bacteriofagul T_4), au mărimi variabile cuprinse între 200 Å și 2 000 Å și străbat filtrele care rețin bacteriile.

În anul 1892, D. I. Ivanovski descoperă primul virus — mozaicul tutunului. Alcătuirea particulelor virale și structura materialului infecțios au fost descoperite de A. D. Herskey și M. Chase (1952) și de H. L. Fraenkel-Conrat și R. C. Williams (1955).

Recunoașterea lor științifică a fost făcută de către francezul J. Lvoff (1953—1987).

Morfologie. Virusurile au forme diferite:

— de cilindru alungit sau de bastonaș rigid sau flexibil (virusul mozaicului tutunului);

— formă sferică sau sferoidală (virusul gripei);

— formă paralelipipedică (virusurile din grupul Pox, al variolei);

— formă de mormoloc sau cireașă cu coadă (G. Zarnea).

Structura. Virusurile sînt alcătuite din *constituenți principali* — genomul viral și capsida — și un *constituent accesoriu*: învelișul extern.

Genomul viral este alcătuit din ADN sau ARN — niciodată amîndoi — și este purtătorul informației genetice folosită în replicarea proprie și la devierea metabolismului celulei gazdă.

Capsida virală (grecescul kapsa = cutie), învelișul proteic ce acoperă genomul, este formată din unul sau

mai multe feluri de molecule de proteine, aşezate în mod regulat, după tipul virusului. Cu ajutorul ei, virionul se fixează şi pătrunde în celula gazdă. Capsida posedă substanţe antigenice.

Învelişul extern sau peplosul (grecescul peplos = manta) are rolul de a păstra stabilitatea capsidei şi de a uşura fixarea pe celula gazdă.

Genomul viral şi capsida formează nucleocapsida.

Clasificări. După felul acidului nucleic pe care îl conţine sînt virusuri cu ADN (Dezoxivirusuri) şi virusuri cu ARN (Ribovirusuri).

Fiecare grupă se împarte în virusuri cu simetrie icosaedrică (cubică) sau helicoidală.

Acestea, la rîndul lor, se clasifică în virusuri a căror nucleocapsidă are înveliş extern şi cele neacoperite (nude).

Faptul că genomul viral este foarte mic constituie un avantaj, pentru că replicarea şi traducerea cer mai puţin timp, solicită mai puţină energie, sînt mai puţine ocaziile de codificări greşite.

Cultivarea virusurilor

Pentru a fi studiaţi se folosesc mai multe metode:

a. *Cultivarea cu ajutorul animalelor de laborator.* Virusul gripal se cultivă în plămînii unui şoarece, şobolan sau dihor; virusul rabic în creierul de iepure sau oaie; virusul poliomielitei în sistemul nervos al maimuţei. Sacrificarea animalului pentru obţinerea organului infectat se face fie în momentul de maximă dezvoltare a infecţiei, fie imediat după moartea animalului.

b. *Cultivarea pe ţesuturile embrionului de găină* este mai avantajoasă. Embrionul are ţesuturile în dezvoltare continuă, este practic steril, nu posedă mijloace de apărare antiinfecţioasă, virusurile dezvoltate sînt

virioni liberi. Embrionul trebuie să aibă vîrsta de 6—15 zile.

c. *Cultivarea în culturi de celule, in vitro*, se face pe trei căi:

— culturi de organe, unde sînt folosite ţesuturi foarte fine dintr-un organ (intestinul subţire, trahee, bronhii) atunci cînd sînt cercetate virusurile respiratorii (Carena virus);

— în culturile de ţesuturi se folosesc ţesuturi foarte mici sau ţesuturi introduse în plasmă coagulată;

— culturile de celule folosesc fire mici dintr-un ţesut care, în prealabil, a fost desfăcut prin presare şi păstrat într-o soluţie de tripsină.

Bacteriofagi

Sînt virusuri care au însuşirea de a distruge bacterii. Primii bacteriofagi au fost descoperiţi de Twost, la stafilococi (1915), iar de d'Hérèlle, la bacilii dezinterici (1917). Acesta dă denumirea de „bacteriofag" (mîncător de bacterii). Prescurtat se foloseşte denumirea de *fag*.

Multiplicarea fagilor se desfăşoară în două feluri:

a) în cazul în care ADN-ul injectat se reproduce pe baza substanţelor gazdelor, se formează virusuri noi, care sînt eliberaţi în mediu, după ce bacteria a fost distrusă, lizată; acest proces este numit ciclul litic;

b) atunci cînd ADN-ul viral se fixează pe cromozomul bacteriei şi se divide concomitent cu acesta, replicarea continuă, virusurile rămîn în interiorul bacteriei, sînt neinfecţioşi, sînt în stare de „profag"; acesta este ciclul lizogen.

Fagii din ciclul litic sînt virulenţi, iar cei din ciclul lizogen sînt temperaţi. Profagul poate trece şi el în stare litică fie spontan, fie cu raze ultraviolete.

Virusurile plantelor

Plantele sînt şi ele infectate de virusuri. Au fost descrise cîteva sute de boli virale.

Acestea au o structură chimică mai simplă decît virusurile animale. Complexitatea structurii virusurilor animale constă în faptul că ele trebuie să se fixeze şi să străpungă membrana celulei, deci în mod activ; iar virusurile plantelor se introduc în mod pasiv, prin leziuni în corpul plantei sau prin intermediul unor nevertebrate.

Ele aparţin la două grupuri distincte: virusuri izometrice cu formă rotundă şi netedă (Bromovirusuri), rotundă şi cu proeminenţe pe suprafaţă (Tymovirus), ovoidală sau sferică (Ilarvirus), unghiulară (Comovirus) ş.a.; virusuri alungite în formă de bastonaş uşor flexuoase cu striuri transversale (Potex), flexuoase (Potyvirus) sau foarte flexuoase (Colesteriavirus).

Pentru **combaterea acţiunilor dăunătoare** a unor virusuri a fost descoperit Interferonul.

Interferonul poate fi definit, în prezent, ca un grup de proteine antivirale dotate, deopotrivă, cu multe alte proprietăţi biologice, în special anticelulare, antitumorale şi imunonodulatoare (G. Zarnea). Subliniem faptul că el este un produs al genomului celular şi nu al genomului viral.

Efectele biologice ale interferonului se manifestă în două direcţii:

a) *efecte inhibitorii în:* multiplicarea virusurilor, creşterea intracelulară a altor virusuri, creşterea şi multiplicarea celulelor, producerea de anticorpi;

b) *efecte activatoare*: antigene la suprafaţa celulelor, citotoxicitatea limfocitelor, fagocitoza.

Cum au apărut şi cum au devenit parazitare virusurile?

Biologii nu sînt în unanimitate de aceeaşi părere. Sînt oameni de ştiinţă care admit că virusurile au luat fiinţă într-o anumită etapă a dezvoltării materiei vii, în momentul cînd s-au constituit moleculele proteice identice, specifice şi cu participarea acizilor nucleici. De aici a început constituirea celulelor.

Simplitatea virusurilor actuale, care conţin în moleculele lor ADN sau ARN într-un înveliş de proteină, şi virionul (un singur virus), care poate fi comparat cu un grup capabil să se deplaseze în mod asemănător cu un grup de gene, ar atesta faptul „că ele sînt rezultatul unei evoluţii întîrziate sau, cu alte cuvinte, că sînt urmaşii de astăzi ai celor mai primitive fiinţe (protobionţii)“ (Gospodin V. Sveştarov — *Biologie pentru toţi* — p. 12).

Un alt grup de cercetători nu împărtăşeşte această explicaţie. Deoarece virusurile, pentru a se înmulţi, au nevoie de celule posesoare ale sistemelor biologice complexe, nu pot fi comparate cu formele primare de viaţă. Aceasta presupune că virusurile au fost în trecutul îndepărtat sisteme cu o complexitate superioară.

În sprijinul acestor afirmaţii sînt studiile făcute de cercetătorii de la Institutul Pasteur, din Paris, şi cei de la Institutul de Medicină din Novosibirsk. Au comparat virusurile cu bacterii mobile din genul *Caulobacter*, deci cu un tip de materie vie superior organizată. Au constatat că bacteriile mobile din genul *Caulobacter* atacă şi distrug alte bacterii într-un fel asemănător cu bacteriofagii care intră într-o bacterie, că seamănă foarte mult cu fagii şi că se deosebesc numai prin felul în care pătrund în bacteria atacată.

Fagul injectează în bacterie numai materialul său genetic (ARN sau ADN), pe cînd bacteria mobilă

Caulobacter pătrunde în întregime în bacteria atacată și folosește citoplasma bacteriei atacate.

De aici s-a emis ipoteza „că s-ar putea ca virusurile bacteriene să-și aibă originea în unele specii de bacterii agresive". În urma unui proces evolutiv de represiune s-a perfecționat un proces mai „subtil" de parazitare, și anume, să nu mai pătrundă în întregime, ci numai să injecteze materialul ereditar.

Utilitatea virusurilor

Cercetarea virusurilor a reliefat importanța lor teoretică și practică.

— Prin cercetarea lor, oamenii de știință urmăresc să-și explice evoluția organismelor de pe planeta noastră.

— Virusurile prezintă un material valoros pentru observarea eredității organismelor.

— Studiile asupra virusurilor au pus în evidență existența unui anume tip, virusurile „lente".

— Sînt verificate căile prin care o substanță chimică să poată distruge substanțele care participă la sinteza acizilor nucleici, și care să aibă și însușirea de a nu influența existența normală a celulei gazdă.

— Vaccinurile sînt mijloace eficiente de luptă împotriva virusurilor. Un grup de biologi sovietici a experimentat folosirea virusurilor atenuate, pe care le-au introdus, prin injectare în plantă, pentru a fi ocrotită de atacul aceluiași virus. O altă metodă de combatere a virusurilor la plante constă în provocarea de epidemii în proporție de masă împotriva insectelor dăunătoare agriculturii, deci o nouă cale biologică, superioară combaterii prin substanțe chimice, costisitoare, și în unele situații dăunătoare pentru om. Deocamdată metoda este în studiu experimental.

Savantul Ștefan S. Nicolau (1896—1967) este fondatorul școlii românești de inframicrobiologie. A studiat multe acțiuni ale virusurilor: cultivarea unor virusuri în tumori și acțiunea oncolitică a virusurilor ș.a.

Institutul de Virusologie „Ștefan S. Nicolau" al Academiei de Științe Medicale desfășoară ample cercetări referitoare la virusuri.

IMUNOLOGIA

Organismele, fie plante sau animale, posedă și însușirea de a se apăra (de a rezista) la influențele nocive ale unor factori destabilizatori, indiferent de unde provin.

Imunologia (latinescul immunis = scăpat de, liberat) este *ramură a biologiei care cercetează capacitatea organismelor de a neutraliza specific substanțele străine pătrunse în interiorul lor, în scopul păstrării integrității organismului.*

Organismul răspunde acțiunii substanței străine (antigen) printr-o substanță specifică (anticorp) și aceasta reacționează cu antigenul respectiv, îi oprește dezvoltarea sau distruge virusul, bacteria sau toxinele.

Antigen este orice substanță (corp, organism) străină, dăunătoare organismului, care determină în acesta schimbări fizice și chimice, determină formarea de anticorpi și reacționează specific cu aceștia.

Biologia răspunsului imun

Răspunsul imun (de apărare) este dat de totalitatea mecanismelor ce acționează specific și constau din:

— recunoașterea moleculelor străine;

— prelucrarea lor;

— memorizarea „informației pe care acestea o conțin";

— sintetizarea unor efecte care să îndepărteze sau să neutralizeze moleculele străine.

Cine poate face această operație? Mai multe elemente sînt implicate în desfășurarea răspunsului imun: limfocitele T; limfocitele B; macrofagele; antigenele; imunoglobulinele; sistemul complement.

Sînt două tipuri principale de răspuns imun: mediat prin elemente celulare (macrofage-limfocite); mediat prin elemente moleculare (anticorpi, sistemul complement, mediatori farmacodinamici).

Răspunsurile imune sînt coordonate genetic.

Procesele imunitare se dezvoltă și se manifestă la nivelul a două sisteme imunitare distincte:

— sistemul limfoid;

— sistemul mononuclear fagocitar.

Sistemul limfoid este alcătuit din organe limfoide centrale (măduva spinării, timus) și periferice (splina, ganglionii limfatici, amigdalele, ficatul).

Țesutul limfoidic conține limfocite de talie mare și mică și limfocite T și B, acestea din urmă fiind cele mai însemnate și avînd mai multe caractere comune:

— sînt inactive în absența antigenului;

— posedă pe suprafața membranelor lor celulare receptori pentru antigen;

— sînt radiosensibile;

— după activare prin antigen, ambele răspund prin cicluri mitotice repetate, care duc la apariția de clone de celule identice și sensibile la antigen;

— preexpunerea la antigen poate altera răspunsul celular T și B la restimularea cu același antigen;

— atît în populațiile limfocitelor T, cît și în cele B, celulele individuale sînt heterogene în ceea ce privește specificitatea lor la suprafață (E. Păunescu, *Biologia și patologia imunității*, p. 16).

Sistemul fagocitar. Fagocitele — ca „microfage" și „macrofage", studiate de Metchnikoff, distrug cele mai

multe dintre microorganismele care au pătruns în organism.

Funcțiile unui macrofag sînt:

— captarea și prelucrarea antigenului, care se desfășoară la nivelul membranei citoplasmatice a macrofagului;

— fagocitoza, ce constă în degradarea materialului străin din organism.

Schematic, procesul se desfășoară printr-o înlănțuire de momente. Agentul străin (antigenul) este învelit cu anumite proteine tisulare numite *opsonine*, este atras în interiorul macrofagului sub formă de vacuolă fagocitară. Vacuola, prin mișcările citoplasmatice, ajunge la nucleu, unde se găsesc *lizozomii „primari"*, aceștia devin aditivi și ia naștere formația *lizozomii secundari*. Aici are loc degradarea materialului străin.

RNA imunogen sînt substanțe care apar „în celulele participante la procesul imun și care au fost stimulate antigenic".

Antigenele. În sensul larg al cuvîntului, prin antigene trebuie înțelese „acele substanțe care pot produce un răspuns imun, adică rezultanta unui complex proces biologic care include proliferarea limfocitelor și sinteza de receptori moleculari și/sau celulari, pentru antigenul respectiv (E. Păunescu)". (La început am formulat o definiție mai puțin universitară.)

Antigenele îndeplinesc două procese aparent independente:

— inițiază formarea de receptori moleculari (anticorpi) și/sau celulari (limfocitele sensibilizate);

— realizează reacția dintre antigen și receptorii specifici.

Sînt mai multe categorii de substanțe antigenice.

După origine sînt: virale, bacteriene, parazitare, nucleare, citoplasmatice, de membrană, de plante etc.; antigene naturale; antigene sintetice.

După structură: proteice, polizaharidice, lipidice, nucleice etc.

Antigenele tumorale sînt „structuri particulare, dezvoltate pe celulele tumorale, ca urmare a procesului de malignizare; ele nu sînt prezente în celulele normale similare".

Imunoglobulinele (Ig) sînt globule serice. Ca urmare a unui stimul antigenic, cantitatea de imunoglobulină în serul sanguin crește, iar imunoglobulina astfel produsă posedă calitatea de „anticorp", putînd reacționa *in vivo* și *in vitro* cu antigenul care le-a produs apariția (V. Gheție).

Sistemul complement reprezintă existența, în serul normal sau imun, a unor substanțe care, în colaborare cu anticorpii specifici pentru o celulă, pot declanșa distrugerea unui antigen. Pentru a participa la reacțiile imunitare este necesară reacția în lanț și a altor complemente.

Principalele tipuri de răspunsuri imunologice

1. Răspunsul imunologic mediat de anticorpi este coordonat fie direct de către limfocitele B, fie în colaborare cu limfocitele T.

2. Hipersensibilitatea mediată prin anticorpi se manifestă cînd aceștia pot declanșa variate procese morbide (ex., anafilaxia, necroza unor țesuturi).

3. Răspuns imun mediat prin celule se desfășoară fără participarea anticorpilor, dar este mediat de limfocitele T sensibilizate.

4. Hipersensibilitate întîrziată se manifestă în infecțiile virale și bacteriene, care se constituie în urma introducerii intradermice a antigenului specific; apare o inflamație caracteristică, cu întîrziere de 48—72 ore (ex., reacția la tuberculină).

5. Răspunsul imun în bolile infecțioase și parazitare este foarte variat și depinde de felul bacteriei, a virusului sau a parazitului.

6. În transplantare de organe răspunsul imun este condiționat de tipul de antigene, de histocompatibilitatea grefonului și a primitorului de grefă. Dacă părțile nu sînt identice genetic are loc fenomenul de respingere (rejecție). Răspunsul imun este dat de limfocitele T și ceilalți mediatori de anticorpi.

Feluri de imunitate

Imunitatea dobîndită natural apare în urma îmbolnăvirii și vindecării de rujeolă, variolă, varicelă ș.a. Aceasta este imunitate permanentă. Difteria, tusea convulsivă conduc la o imunitate limitată. Există și imunitate cu determinant genetic.

Imunitatea dobîndită artificial este activă, cînd se folosesc vaccinurile, deoarece organismul își elaborează factorii imuni și pasivă, prin seruri, pentru că organismul primește factorii efectori imuni gata pregătiți.

Vaccinul este un produs cu acțiune antigenică obținut fie din microorganisme, fie din toxinele produse de acestea. Se prepară trei feluri de vaccinuri: cu microorganisme vii; cu microorganisme moarte; cu toxine modificate.

Serurile sînt biopreparate din serul sau plasma sanguină de la animalele hiperimunizate sau de la persoanele imunizate natural, în urma îmbolnăvirii și vindecării.

Serurile imune se folosesc la tratarea unor boli în evoluție — seroterapie — și în scop preventiv — seroprofilaxie — la persoanele care au venit în contact cu focarul de infecție. În tetanos, difterie, seroterapia este singurul mijloc de ajutorare a organismului.

Se întîlnesc multe deficienţe ale sistemului imunitar: boala prin lipsa de anticorpi, boli prin exces de reacţii imunitare ş.a.

Imunitatea la plante

Procesul imunitar la plante se îndeplineşte de factori anatomo-morfologici, cum sînt: suprafaţa cerată, cuticula grasă ş.a. O altă grupă de factori sînt cei chimico-fiziologici, care împiedică dezvoltarea şi înmulţirea factorilor patogeni (ex., compoziţia citoplasmei).

Premii Nobel. În anul 1984, Premiul Nobel pentru medicină şi fiziologie a fost acordat savanţilor Miels K. Jerne (danez), Cesar Milstein (argentinian, naturalizat în Marea Britanie) şi J. F. Köhler (Republica Federală Germania) „pentru aportul deosebit avut în cunoaşterea specificităţii dezvoltării şi controlului de imunizare şi pentru descoperirea principiului referitor la producerea de anticorpi monoclonali".

Ei au obţinut anticorpi specifici fiecărui determinant antigenic — anticorpii monoclonari (grec. monos = singur, unic).

Susumu Tonegawa, japonez, stabilit în SUA, primeşte singur Premiul Nobel pentru medicină şi fiziologie în anul 1987 „pentru recombinarea genetică, sursă a anticorpilor". El a explicat felul cum o celulă limfoidă sintetizează un singur tip de anticorpi, deci are o mare specificitate.

CITOLOGIA

Celula (lat. cellula = încăpere, cameră mică) este unitatea fundamentală, morfologică şi funcţională a materiei vii (I. Anghel).

Observaţiile şi cercetările referitoare la celule îşi au începutul în anul 1665, cînd H. Hooke a observat la microscop celula într-o secţiune făcută prin plută.

De atunci şi pînă în prezent, timp de peste trei secole, s-au acumulat atîtea date ştiinţifice care au condus la formarea unei noi ramuri a biologiei, cu date numai despre celulă, **citologia,** *care studiază ultrastructura, compoziţia chimică şi funcţiile celulei* (grec. cytos = cavitate; logos = ştiinţă). (Se foloseşte şi termenul de biologie celulară.)

Cercetarea celulei cu tehnici ultraperfecţionate, cum sînt microscopia electronică, microcinematografierea, autohistoradiografierea, analizele chimice, ultracentrifugările diferenţiate ş.a. au condus la cunoaşterea constituenţilor celulari şi au demonstrat „pe deplin unitatea planului de organizare celulară, unitatea compoziţiei chimice şi uniformitatea structurilor celulare la plante, animale şi protiste".

Savantul român G. Palade, laureat al Premiului Nobel a perfecţionat metodele de microscopie electronică, de izolare a componentelor celulare, a descoperit ribozomii, a adus contribuţii originale referitoare la ultrastructura nefronului, a mitondriilor.

Sînt organisme alcătuite numai dintr-o singură celulă — procariote (bacteriile şi algele albastre verzi) şi organisme pluricelulare — eucariote — plante şi animale. O bacterie este formată numai dintr-o singură celulă care îndeplineşte toate funcţiile necesare creşterii şi dezvoltării, pe cînd organismul omenesc se apreciază că este alcătuit din cca 2 000 miliarde de celule (Ionescu-Varo).

Celulele au forme diferite: sferice, cilindrice, alungite, stelate etc.

Ele au şi dimensiuni diferite. Bacteriile măsoară un micron, fibra de bumbac 30—40 mm, iar urzica chinezească ajunge pînă la 500 mm. În regnul animal

se întîlnesc dimensiuni de patru microni, la unele eritrocite; între unu și cîțiva centimetri la ouăle păsărilor; iar unele celule nervoase măsoară, cu prelungirile lor, pînă la 1 500 mm.

Variabilă este și masa celulelor exprimată în grame. „La animale, masa unor celule variază de la 16^{-9} (spermatozoidul uman), la 10^{-3} — 10^{-2} la oul de struț".

La organismele pluricelulare s-au specializat, în vederea îndeplinirii unor funcții precise: celule germinale, celule nervoase, celule osoase, celule musculare, celule somatice, celulele sîngelui.

Analiza chimică a celulelor a pus în evidență faptul că atît celula vegetală, cît și cea animală conțin aceleași substanțe, dar în proporții diferite.

Felul celulei	Apă	Substanțe minerale	Glucide	Lipide	Proteine
animală	60%	4,3%	6,2%	11,7%	17,8%
vegetală	75%	25%	18%	0,5%	4%

Cu toate aceste variații, celula este sediul proceselor fundamentale: nutriția, respirația, creșterea și reproducerea.

Comparație între celula vegetală și cea animală

Între celulele celor două regnuri sînt foarte multe asemănări și puține deosebiri. Sînt comune organitele celulare: nucleul, mitocondriile, ribozomii, reticulul endoplasmatic, aparatul Golgi, centrul celular, cilii și flagelii.

Celula animală este separată de mediul înconjurător printr-o membrană plasmatică, iar la plante este un perete celular format din celuloză.

Formațiuni vacuolare există în toate celulele, numai că volumul lor este mult mai mic în cele animale, pe cînd în cele meristemice vegetale ocupă 50% din volumul unei celule mature.

Cloroplastele sînt prezente în toate vegetalele și sînt total absente în celulele animale.

Principala substanță de rezervă în celulele vegetale este amidonul iar în celulele animale este glicogenul.

Celula este o diversitate în unitate funcțională.

Structura celulei

1. *Protoplasma* reprezintă totalitatea componentelor celulei vii.

2. *Citoplasma* înglobează toți constituenții celulari. La exterior, citoplasma are o peliculă denumită plasmalemă care este semipermeabilă pentru apă și substanțele dizolvante în ea. Citoplasma este delimitată de vacuole prin a doua membrană numită tonoplast. Substanța care se găsește între aceste membrane este numită endoplasmă.

3. *Reticulul endoplasmatic* este un sistem tridimensional de canalicule, vezicule și cisterne ramificate și anastomozate.

4. *Ribozomii* sînt particule subcelulare cu rol în sinteza proteinelor.

5. *Mitocondriile* sînt considerate „centrul respirației celulare". Mai sînt implicate în înglobarea energiei sub formă de ATP (adenozin trifosfat).

6. *Aparatul Golgi* este alcătuit din „teancuri de cisterne turtite, fără ribozomi". Aici se desfășoară sinteza și condensarea produșilor de secreție, de generare și regenerare de celule ș.a.

7. *Plastidele* sînt organite celulare care se găsesc numai în celulele vegetale, posedă pigmenți și participă la procesul de fotosinteză.

8. *Lizozomii* sînt particule prezente în citoplasma celulelor de la eucariote și au rol în funcția digestivă a celulei.

9. *Vacuolele* (lat. vacuus = gol) sînt un fel de pungi care conțin suc celular, aer, substanțe de rezervă ș.a. Se comportă ca un osmometru cu membrană semipermeabilă prin care trece apa și este impermeabilă pentru substanțele dizolvate în sucul vacuolar.

10. *Peroxizomii* conțin cantități mari de catalaze și una sau mai multe oxidaze, generatoare de peroxizi de hidrogen (H_2O_2). Au rol în respirația celulei, dar nu se confundă cu mitocondriile.

11. *Sferozomii* sînt prezenți numai în celule vegetale, sub formă de corpusculi sferici, reflectă puternic lumina.

12. *Corpii paramurali* se găsesc numai în celule vegetale.

13. *Centrul celular* determină polii celulei în timpul diviziunii nucleare și este prezent în celulele vegetale și animale.

14. *Microtubulii* se găsesc în citoplasma periferică.

15. *Cilii* și *flagelii* sînt prelungiri fine ale citoplasmei, prezenți în unele celule vegetale și animale, care slujesc la deplasarea în mediul umed.

16. *Membrana celulară* este o peliculă foarte fină, alcătuită din fosfolipide și proteine, care învelește celula și are rol de a menține constantă compoziția mediului intern și reglarea circulației extra- și intracelulare.

17. *Nucleul interfazic* este observabil în perioada de timp care separă două diviziuni succesive ale unei celule.

Nucleul este cea mai importantă componentă a celulei. În el este situată cea mai mare parte a informației genetice, are rol principal în transmiterea caracterelor ereditare la urmași, este centrul care determină diviziunea celulară, este aparatul genetic al celulei.

La organismele procariote (bacterii, algele albastre, verzi) nucleul este liber în zona centrală a citoplasmei, nu este delimitat de o membrană nucleară, este format dintr-o singură moleculă de ADN dublu catenar, de formă circulară.

Nucleul la eucariote este delimitat de o membrană nucleară cu pori care reprezintă 10% din substanța ei, unul sau mai mulți nucleoli și material genetic mai complex.

18. *Acizii nucleici*. Ei sînt formați din baza azotoasă, un zahar și un radical fosfat. Bazele azotoase sînt de două feluri: baze purinice și baze pirimidinice. Adenina (A) și guanina (G) sînt baze purinice; iar citozina (C) și timina (T) sînt baze pirimidinice și sînt specifice ADN, iar la ARN, în locul timinei se găsește uracilul (U).

Zaharurile din acizii nucleici sînt dezoxiriboza la ADN și riboza la ARN.

Atunci cînd se combină o bază azotoasă purinică sau pirimidinică cu o pentoză se formează o nucleozidă. Dacă unei nucleozide i se adaugă un grup fosfat la carbonul 3 sau 5 de la pentoză, rezultă o nucleotidă, unitate de bază a acizilor nucleici. Prin înlănțuirea mai multor nucleotide se formează polinucleotide sau acizi nucleici. Sînt două feluri de acizi nucleici:

a) Acidul dezoxiribonucleic (ADN) are molecule formate din două lanțuri polinucleotidice complementare, lungi, dispuse paralel, înfășurate elicoidal, asemănător unei elice duble, cu un ax comun dublu helix (I. Anghel).

În lungul moleculei de ADN se succed, în număr indefinit, combinații de baze organice, care se asociază două cîte două și sînt legate prin punți de hidrogen în patru feluri de legături: adenina cu timina (A—T); timina-adenina (T—A_2); citozina-guanina (C—G); gua-

nina-citozina (G—C). Legături duble de hidrogen sînt între A = T; T = A și trei punți de hidrogen între G≡C; C≡G.

În interfază — intervalul dintre două diviziuni succesive — are loc dublarea cantității de ADN, proces denumit replicație sau reduplicație, cu ajutorul enzimei ADN-polimeraza, după modelul semiconservativ.

Punțile de hidrogen se rup, macromolecula de ADN se desface în cele două catene complementare. De fiecare catenă veche se atașează nucleotide libere din citoplasmă. Se formează două molecule de ADN bicatenar, fiecare avînd o catenă veche, care a servit ca model și una nouă. Acest proces se desfășoară cu mare fidelitate, moleculele rezultate sînt identice cu molecula mamă.

b) Acizii ribonucleici (ARN) au o structură monocatenară și după funcțiile pe care le îndeplinesc sînt de patru feluri:

— ARN mesager sau de informație (ARNm sau ARNi);

— ARN solubil sau de transfer (ARNs sau ARNt);

— ARN ribozomal (ARNr);

— ARN viral (ARNv).

Funcțiile îndeplinite de materialul genetic sînt:

— funcția autocatalitică, care constă în proprietatea ADN de a se reproduce cu fidelitate;

— funcția heterocatalitică, adică materialul genetic are capacitatea de a determina sinteze specifice de proteine, cu o anumită secvență de aminoacizi.

19. *Cromozomii* sînt structuri permanente, cu rol esențial în viața celulei și a organismului, în general constituiți dintr-o secvență lineară de gene, care controlează caracterele și însușirile generale ereditare ale ființelor animale și vegetale (I. Anghel, Toma N. –

Poliploidia și *aneuploidia*, p. 9). Ei prezintă următoarele însușiri:

— sînt localizați în spațiul nuclear și sînt separați de spațiul înconjurător printr-un înveliș nuclear dublu membranar;

— sînt unități genetice permanente și își păstrează individualitatea de-a lungul generațiilor nucleare;

— sînt singurele elemente ale nucleului care manifestă un înalt grad de conservatorism și se împart exact în două în timpul ciclurilor mitotic și meiotic;

— pot fi bine observați în diviziunea celulară;

— fiecare specie se caracterizează printr-un număr definit de cromozomi, de o anumită formă și structură;

— numărul cromozomilor dintr-o celulă este specific fiecărei specii (celula umană 2 n = 46; la *Drosophila melanogaster* 2 n = 8). Cel mai mic număr de cromozomi (2 n = 2) îl are *Ascaris megalocephala.*

Sînt două tipuri de cromozomi:

— cromozomi (normali) sau somatici;

— heterozomi, ai sexului, notați cu XX la sexul feminin și XY la sexul masculin.

Centromerul este o regiune precis delimitată a cromozomului și are rol esențial în translocarea polară a cromozomilor și în inserarea cromozomilor pe filamentele contractile ale fusului divizionar.

Deși sînt formațiuni stabile, sînt posibile și remanieri ale materialului genetic. „Toate remanierile la nivelul genomului sînt cunoscute sub numele de mutații" (I. Anghel).

Diviziunea începe cu nucleul, care se divide prin gîtuire. Nucleul și celula se alungesc și are loc o nouă gîtuire, în regiunea de mijloc a celulei, apoi celula se separă în două celule fiice, complet identice.

Reproducerea se desfășoară în două etape:

a) în mitoză (grec. mitosis = filament) celula mamă diploidă cu 2 n cromozomi, se duplică dînd naștere la

două celule identice în conținut cu celula mamă, deci celulele fiice vor fi tot diploide (cu 2 n cromozomi). Procesul se desfășoară în mai multe faze;

b) meioza (diviziune reducțională) are loc numai în celule sexuale și are ca rezultat formarea gameților. Pentru ca să se ajungă la formarea gameților au loc două diviziuni succesive. Prima diviziune, din celulele diploide, cu două garnituri de cromozomi (2 n), una de proveniență maternă și cealaltă paternă iau naștere doi nuclei haploizi (n). În a doua diviziune, asemănătoare mitozei propriu-zise, se separă cromatidele în fiecare din cei doi nuclei haploizi, rezultînd patru nuclei haploizi și, în final, se ajunge la formarea gameților. (Procesul necesită explicații mai ample.) Celula este în adevăr, un „mic univers".

EMBRIOLOGIA

Embriologia *este ramură a biologiei care studiază formarea și dezvoltarea embrionului.*

Embrionul rezultă în urma fecundării ovarului de către o celulă sexuală masculă, de la formarea oului sau zigotului, a diferențierilor celulei și pînă în momentul cînd s-a structurat noul organism și este capabil să desfășoare viață independentă.

La **vertebratele superioare** *oul* sau *zigotul* (grec. zygotos = unit, împerecheat) este celula diploidă (2 *n*) ce rezultă în urma fecundării gametului femel (ovulul *n*) de către gametul mascul (spermatozoidul *n*).

Stadiul de *embrion propriu-zis* îl reprezintă perioada primelor două luni, restul de timp pînă la nașterea individului reprezintă *stadiul fetal* (făt). În această a doua fază apar primordiile — primele celule ce indică

începutul formării de organe și, în final, organele complete.

Partea embriologiei care studiază *segmentarea oului*, *anexele embrionare* și *placenta* este *embriogeneza* sau *embriologia generală*; iar partea în cadrul căreia se studiază formarea țesuturilor (histogeneza) și a organelor (organogeneza) este *embriologia specială*.

1. *Segmentația.* După fecundare zigotul, în urma diviziunilor succesive, este împărțit, total sau parțial, în celule fiice. Acest fenomen se desfășoară prin parcurgerea a trei faze: *morulă*, *blastulă* și *gastrulă*.

Morula este o masă compactă de celule, cu înfățișare asemănătoare cu o mură. Treptat, în mijlocul morulei ia naștere o cavitate numită *blastocel* (care este plină cu un lichid), de formă sferică, înconjurat de un strat de celule (blastomere), ce sînt împinse de către lichid spre periferie, așezate pe un singur rînd. Astfel ia naștere *blastula*. Aceste două faze sînt aproape identice la toate viețuitoarele. În faza a treia se desfășoară procesul de creștere și de diferențiere a blastomerelor, rezultă *gastrula*, care are forma unui sac cu pereții dubli și delimitează o cavitate numită *arhenteron*. Acesta este în legătură cu exteriorul printr-un orificiu numit *blastopor*.

În urma parcurgerii acestor trei faze, la embrion sînt formate trei foițe embrionare: *ectodermul* (spre exterior), *mezodermul* (la mijloc) și *endodermul* (la interior).

Viermii, artropodele, cordatele au aceste trei foițe embrionare, pe cînd spongierii și celenteratele au numai două foițe embrionare: ectoderm (externă) și endoderm (internă).

După formarea foițelor embrionare începe o fază nouă în dezvoltarea embrionului, histogeneza (formarea țesuturilor) și organogeneza (structurarea organelor). Embrionul parcurge stadiul de fetus.

Din foița ectodermică se structurează: epiderma și anexele sale, sistemul nervos, organele de simț.

Din foița endodermică iau naștere: tubul digestiv și organele anexe și plămînii.

Foița mezodermică va da naștere la schelet, musculatură, oase, inimă și vasele de sînge, aparatul urinar, aparatul genital, cloacă.

2. *Anexele embrionare* sînt: *vezicula vitelină* (ombilicală), *amniosul*, *alantoida* și *corionul*.

Vezicula vitelină, la om, se delimitează la nouă zile de la fecundație, are rol limitat la nutriția embrionului, pînă în momentul nidației (fixarea oului în mucoasa uterină).

Amniosul are membrană dublă, sub formă de sac, la vertebrate este plină cu lichid amniotic, necesar embrionului. Are și rol protector, mecanic și termic.

Alantoida învelește parțial embrionul. Prin rețeaua bogată în vase de sînge se asigură circulația sîngelui între embrion și placentă și schimbul de gaze.

Corionul este partea cea mai externă a embrionului. Din componentele lui (vilozități coriale primare și vilozități coriale secundare) și constituienții materni se formează placenta.

3. *Placenta* la mamiferele placentare, are structură spongioasă și vascularizată. Se formează din țesuturile fătului și cele materne, în uter. Vasele sangvine ale fătului și cele materne sînt strîns unite și servesc la nutriția și schimbul de gaze, prin osmoză, cu embrionul. Legătura o face cordonul ombilical. După nașterea noii ființe, placenta este expulzată. Prin ea se asigură hrană, energie, oxigen, hormoni și enzime.

„... toate transporturile de materiale dinspre circulația maternă către circulația foetală se datoresc activității biotice pe care o dezvoltă așa-zisa „barieră placentară" reprezentată prin sincițiul trofoblastic și

endoteliul capilarelor foetale din vilozitățile coriale, pe de o parte și mucoasa uterului, pe de altă parte" *(Embriologie*, Bordea Gh., Diaconescu L.).

La angiosperme (plante superioare), embriogeneza începe din momentul polenizării, continuă cu încolțirea polenului pe stigmat, apoi urmează fecundația propriu-zisă, cînd se formează embrionul.

Din momentul în care grăuntele de polen a ajuns pe stigmat este reținut de sucul lipicios și, datorită faptului că aici are umiditate, el se umflă; ca urmare, exina crapă în dreptul unui șanț sau al unui por. Conținutul grăunciorului de polen, care este învelit de intină, iese la exterior și formează *tubul polinic*. Acesta pătrunde repede prin țesutul stilului îndreptîndu-se spre lojile ovarului și către ovul.

În vîrful tubului polinic este celula vegetativă, urmată de celula generatoare.

Mai înainte ca tubul polinic să ajungă la micropil, prima celulă, cea vegetativă, se resoarbe, iar celula generatoare, care a rămas liberă, se împarte în două, și iau naștere *celulele mascule* sau *gameții bărbătești*.

Fecundația propriu-zisă începe din momentul în care tubul polinic a ajuns la micropilul ovulului, pătrunde în nucela acestuia și mai departe în sacul embrionar. Cînd a ajuns aici, capătul tubului polinic se resoarbe, prin acțiunea unor fermenți și conținutul lui — cei doi gameți — se varsă în sacul embrionar. Aici, unul din gameții bărbătești se contopește cu oosfera și rezultă o celulă cu caractere noi: *celula ou* sau *zigotul*. Aceasta prin diviziuni repetate, dezvoltă embrionul seminței.

Al doilea gamet bărbătesc se unește cu nucleul secundar al sacului embrionar și formează un zigot accesoriu, care, prin diviziuni repetate, formează un țesut special plin cu materii de rezervă *numit endosperm*

secundar sau *albumen*, ce va ocupa locul nucelei și constituie materialul nutritiv pînă cînd sămînța va încolți.

La angiosperme este deci o fecundare dublă.

Paralel cu formarea embrionului și a albumenului ovulele evoluează și formează semințe, iar ovarul devine fruct cu rolul de apărare a semințelor.

TAXONOMIA

Existența unui mare număr de viețuitoare a necesitat punerea în ordine a cunoștințelor despre ele, atît pentru studierea lor, cît și din motive practice. În acest scop sînt folosiți mai mulți termeni.

Taxonomia (grec. taxis = aranjare; nomos = regulă, normă) *formulează metodele de studiu și regulile de descriere și nomenclatura corectă.*

Sistematica (lat. systemo = sistem de clasificare) *stabilește principii de clasificare filogenetică.*

Filogenetica (grec. phylos = înrudire, afinitate; genesis = origine, apariție) *caută să descopere cursul transformărilor reale și legăturile de înrudire dintre plante de-a lungul evoluției lor istorice* (D. Mititelu).

Datorită faptului că toate aceste direcții de cercetare urmăresc gruparea științifică a lumii viețuitoarelor este folosit termenul **taxonomie filogenetică.**

Dezvoltarea, în timp, a taxonomiei plantelor și animalelor

În antichitate s-a făcut gruparea lor în mod empiric, după nevoile oamenilor: hrană, leacuri ș.a. Învățatul chinez Yen-Ti, cu 3000 de ani î.e.n., a descris

760 de specii de plante. Theophratos (sec. IV î.e.n.) a cercetat și descris 500 de specii de plante. Plinius (sec. I e.n.) a studiat multe plante. Aristotel (sec. IV î.e.n.) împarte animalele în două grupe: animale fără sînge (toate animalele nevertebrate) și animale cu sînge (vertebratele).

În evul mediu, aria cunoașterii și descrierii plantelor și animalelor se extinde, se prezintă caracteristicile morfologice, se folosește metoda analitică, sub influența conceptelor creaționiste și fixiste.

În epoca modernă, botanistul englez J. Ray (1688), descrie peste 18600 specii de plante și el face clasificarea în monocotiledonate și dicotiledonate. Francezul J. Tournefort introduce termenul de *gen*. Karl Linné (1735) stabilește următoarele unități sistematice în ordine descrescîndă, valabile și azi: clasa, ordinul, genul, specia și varietatea. Clasificarea făcută de Linné este considerată artificială, pentru că a luat drept criteriu numărul elementelor florale (stamine, pistile), neluînd în seamă originea și gradul de înrudire dintre plante. A grupat în aceeași clasă plante foarte diferite între ele numai pentru faptul că aveau trei stamine în floare. Alături de grîu și stînjenel, care sînt plante monocotiledonate, a grupat și loboda, odoleanul, plante dicotiledonate; iar orezul, o graminee, l-a trecut în altă clasă.

În clasificarea făcută animalelor a cuprins toate nevertebratele în afară de insecte, introduse în „clasa viermilor".

Are meritul de a fi introdus, pentru prima dată, nomenclatura binară, care este și azi în uzul internațional (nume de gen și specie).

Termenul de familie este stabilit de francezul A. Jussieu (1740). Familiile de botaniști elvețieni De Candolle (începînd din 1818) separă plantele cu flori (fanerogame), de plantele superioare sporofite (criptogame vasculare) și de plantele inferioare (talofite), deci sînt

introduși trei termeni noi: fanerogame, criptogame, talofite. Englezul R. Brown (1829) clasifică fanerogamele în gimnosperme (cu sămînță neînvelită) și angiosperme, cu sămînța învelită în fruct. Fecundația la plante, dezvoltarea embrionară și alternanța de faze este descoperită de germanul W. Koffmeister (1849).

J.B. Lamarck (1714—1829) aduce contribuții însemnate în sistematica animală. El împarte animalele în nevertebrate, unde stabilește 10 clase, în ordinea evolutivă și vertebrate, pe care le împarte în 4 clase.

George Cuvier (1769—1832) împarte regnul animal în patru încrengături: vertebrate, moluște, articulate și radiate. Concepția sa este fixistă.

În epoca contemporană, după apariția concepției evoluționiste a lui Darwin, clasificarea plantelor și animalelor se bazează pe înrudirea dintre ele și pe evoluția lor de la forme inferioare spre forme superioare, deci pe un sistem natural sau filogenetic.

Ierarhizarea și nomenclatura taxonilor

Orice unitate biosistematică de clasificare se numește *taxon*. Unități taxonomice sînt: specia, genul, familia, clasa, filum (încrengătura), regnul (vegetal sau animal).

Specia este alcătuită din toți indivizii care provin dintr-un strămoș comun și au aceleași caractere (ex. *Rosa canina*, măceșul; *Pieris brassiacae* = fluturele de varză).

Genul este format din mai multe specii înrudite, este subordonat familiei (albilița, nălbarul — genuri de fluturi; varza albă, varza roșie — genuri de plante). Specia poate fi comparată cu numele de botez, iar genul respectiv cu numele de familie.

Familia este gruparea ce cuprinde toate genurile înrudite între ele (familia *Pieride* = fluturi cu aripile

de culori deschise); familia *Nimfalide* = fluturi cărămizii; familia *Graminee*).

Ordinul cuprinde familiile cu origine comună sau înrudite printr-o ramură comună a trunchiului filogenetic (ordinul *Hemiptere*, ordinul *Coleoptere*; ordinul *Leguminoase*).

Clasa este o grupare de ordine care au caractere foarte îndepărtate (clasa *Arahnide*; clasa *Insecte*; clasa *Ferigilor*).

Fillum (încrengătură) cuprinde clasele care au caractere comune foarte îndepărtate (încrengătura plantelor cu sămînță, Angiosperme *Spermatofite*, încrengătura *Vertebrate*).

Subregnul este o unitate taxonomică mai mică decît încrengătura (subregnul animalelor pluricelulare, *Metazoare*; subîncrengătura *Angiospermelor*).

Regnul este unitatea taxonomică cea mai cuprinzătoare și sînt numai două: regnul vegetal, regnul animal.

Nomenclatura taxonilor este utilizată pe plan internațional, este obligatorie și reglementată prin coduri speciale, de exemplu, *Codul internațional de nomenclatură botanică*.

Genurile sînt denumite prin substantive latine sau latinizate, (ex. *Populus* = plop, *Salix* = salcie, *Unio* = scoică). Linné a folosit numele unor învățați pentru a denumi unele genuri. Unele denumiri sînt inventate de autori [ex. *Convolvulus* (care se răsucește)], altele ca *Artemisia* (pelinul) au fost date în cinstea unui personaj antic (Artemis, zeița pădurilor la greci). *Colchicum* (brîndușa) este denumirea dată după regiunea unde a fost identificată — Crimeea. Numele genurilor se scriu întotdeauna cu literă mare.

Numele de specie este o combinație binală, primul nume reprezintă genul, cel de al doilea un adjectiv latinizat, care se acordă în gen și număr cu genul

(*Fagus silvatica*; *Canis lupus*). Adjectivele ce intră în denumirea speciei pot fi adjective cu semnificație morfologică, *albus* = alb; *glabra* = fără peri; ecologică, *arvensis* = de pădure; geografică, *romanicum* = din România; utilitară, *esculentum* = bun de mîncare.

Pentru a marca speciile hibride se introduce semnul × între numele genului și al speciei: *Populus* × *marylandica* (plopul canadian hibrid).

Numele speciei se scrie întotdeauna cu literă mică. (*Unio pictorum* = scoica de rîu).

Numele de familie este un adjectiv la plural, în formă substantivală; se formează prin adăugarea sufixului *aceae* la rădăcina numelui (ex. *Rosaceae*) (*Rosa*).

Numele ordinului se formează din radicalul unui nume de familie și se termină în *ales*; iar cînd e vorba de subordin terminația este *ineae* (ex. de ordin: *Parietales*; subordin: *Malvineae*).

Numele de clasă are terminația *eae* (ex. *Dicotyledoneae*, *Diatomeae*).

Numele încrengăturii este un nume care indică precis particularitățile grupei și se termină în *phyta* (ex. *Cormophyta*) iar cînd se referă la Fungi, terminația este *bionta* (*Mycobionta*).

Această strădanie de a pune ordine în studiul viețuitoarelor a condus la direcționarea cercetărilor, la un plan de muncă orientat după norme precise, și în final, la cunoașterea temeinică a viețuitoarelor.

Taxonomia fitogenetică în România își are începuturile prin lucrarea *Conceptul florii României* (1898), de prof. acad. Dimitrie Grecescu. A fost urmată de alte cercetări, care au culminat cu cele treisprezece volume ale lucrării *Flora Republicii Socialiste România* (1952—1976), în care sînt descrise 3400 de specii de plante saprofite, aparținînd la 778 genuri și aproximativ 126 familii.

Referitor la lumea animală, lucrarea *Călăuză în lumea plantelor și animalelor* (1985) (autori: C. Pîrvu, Codreanu Stoica și Laurențiu Stroe) este apreciată în prefață de acad. prof. Radu Codreanu; „Aici, sub formă de ghid ilustrat, ei oferă cititorilor o documentație ingenios concentrată asupra speciilor de plante și animale caracteristice pentru șapte medii principale de viață din țara noastră, inclusiv cel amenajat de om".

Aceste medii de viață sînt:

1. Marea Neagră și litoralul;
2. Apele interioare și zonele umede;
3. Cîmpia;
4. Pădurea și poienile;
5. Culmile munților;
6. Mediul subteran;
7. Mediul antropic (ecosisteme formate de om conștient sau inconștient și care rămîn prezente datorită îngrijirilor date).

Viețuitoarele din fiecare mediu sînt prezentate pe regnuri, animal și vegetal și este folosită nomenclatura taxonomică.

GENETICA

Una din cele mai prodigioase ramuri ale biologiei este genetica, cunoscută sub acest nume începînd cu secolul XX.

„**Genetica**, *ramură a biologiei, studiază ereditatea și variabilitatea organismelor, explică mecanismul originii și transmiterii caracteristicilor ereditare de la o generație la alta, precum și procesul interacțiunii eredității cu mediul intern și extern în timpul dezvoltării individului*" (*Mic dicționar de biologie* — T. Crăciun, V. Crăciun).

Într-o exprimare mai concisă, și în același timp, mai adecvată stadiului său de dezvoltare actual, *genetica este știința eredității.*

Preocupările pentru studierea transmiterii caracterelor părintești la descendenți, precum și cele de modificare a unor însușiri ereditare, sînt semnalate și comentate încă din antichitate, enunțurile îmbrăcînd forme mecaniciste, uneori mistice. În scopul prezentării istorice a problemelor legate de ereditate, vom înfățișa teoriile mai însemnate în legătură cu ereditatea.

Teoria preformistă, dominantă în secolul XVIII, prin adepții ei, susținea că în capătul spermatozoidului se găsește gata format embrionul, care în decursul vieții embrionare crește și se dezvoltă, alții considerau embrionul gata format în ovul. Teoria este neștiințifică, dar are meritul de a da un substrat material eredității.

Prin *teoria epigenezei*, emisă de embriologul german K.F. Wolff (1733—1794), se argumentează că gameții sexuali nu conțin embrioni gata formați, ci gameții ambelor sexe, prin fecundare, dau naștere la un organism nou.

Teoria pangenezei aparține lui Darwin și a fost formulată în 1868. Ereditatea este fixată în niște particule materiale foarte mici, numite de el gemule. Ele migrează din părțile corpului către celulele sexuale și după ce s-au strîns aci, sînt transmise, prin fecundare, către noul organism, căruia îi transmit caracteristicile ereditare părintești. În înmulțirea vegetativă, gemulele, care se găsesc răspîndite în tot corpul, constituie mijlocul de transmitere a caracterelor. Faptul că gemulele sînt formații ipotetice, interpretarea nefiind dovedită experimental, oferă teoriei însușirea de a fi mecanicistă. Fapt pozitiv este încercarea de a fundamenta un substrat material eredității.

Teoriile corpusculare ale eredității sînt dominante la sfîrșitul secolului XIX și începutul secolului XX

și poartă această denumire prin faptul că socotesc însușirile ereditare încorporate în corpusculi, care poartă diferite denumiri, după autorul ce le utilizează:

—*Teoria plastidelor*, formulată de E. Haeckel, în 1876, socotește plastidele niște molecule complexe, cu „memorie", care participă la transmiterea caracterelor ereditare. Au capacitatea de autoreproducere, prin combinare formează protoplasma și apoi celula. Teoria are caracter mecanicist.

—*Teoria micelară a eredității* afirmă că un organism viu este alcătuit din două părți distincte: *idioplasma* (plasmă ereditară), formată din micele, niște particule cu proprietate de autoreproducere, care se grupează în cordoane micelare în tot corpul și ele transmit caracterele ereditare; *trofoplasma* (plasma nutritivă) care are rol trofic, deci nu posedă însușiri ereditare. Această teorie, formulată de K.W. Nägeli, are caracter metafizic.

—Hugo de Vries formulează *teoria pangenelor*. Particulele, numite *pangene*, nu sînt mobile, sînt fixate în nucleu, conțin toate însușirile ereditare și pot trece de aci în citoplasmă. Variabilitatea este determinată de înmulțirea diferitelor tipuri de pangene în citoplasmă, iar evoluția se datorește dividerii pangenelor în două părți inegale. Teoria nu are fundamentare științifică.

—*Teoria plasmei germinative* aparține lui A. Weissmann — emisă în 1876 și definitivată în 1902. Organismele vii sînt compuse din două părți diferite: *germen* sau *plasmă germinativă* și *soma* sau *corp*. Și-a bazat teoria pe studiul protozoarelor, la care, prin diviziunea directă a celulei, se formează celule fiice identice. A extins-o la organismele pluricelulare. Asemănarea dintre urmași și părinți s-ar datora faptului că toți au rezultat din aceeași linie germinală, care rămîne neschimbată. „În ce privește alcătuirea germenului, Weissmann imaginează o structură materială a cărei unitate este de-

terminată. Mai mult decît atît, el stabilește o întreagă ierarhie de particule ce l-ar alcătui, împreună cu plasma germinativă și anume: determinanții sînt formați din biofori; prin unirea determinanților iau naștere idele, iar mai multe ide formează idanți, între idanți și cromozomi punîndu-se semnul egalității". (P. Raicu). Tot lui îi aparține teoria că plasma germinativă este nemuritoare, iar soma (sau corpul) este muritoare, argumentîndu-și această părere comparînd plasma germinativă cu rizomul plantelor perene, care an de an dă naștere la plante noi. Șubrezenia teoriei constă în împărțirea artificială a corpului în două părți, complet independente, pe cînd în prezent este pe deplin dovedită interdependența părților ce alcătuiesc un organism.

Mendelismul — fundament științific al geneticii

Gregor Mendel (1822—1884) a făcut experiențe de hibridare la plante, folosind ca material principal mazărea, pentru că este plantă aproape exclusiv autogamă (se poleniza cu polen propriu) ceea ce îi asigură o mare stabilitate a caracterelor. Rezultatele obținute au fost publicate în lucrarea *Experiențe de hibridare la plante* (1865) în care a fundamentat următoarele teze științifice, verificate experimental și aplicate în practică:

— caracterele sînt localizate în celule în anumiți „factori ereditari" sau determinanți;

— gameții sînt puri din punct de vedere genetic, conținînd numai cîte un caracter în fiecare dintre factorii ereditari;

— uniformitatea caracterelor la hibrizii din prima generație (prima lege mendeliană);

— segregarea independentă a caracterelor părintești în a doua generație de hibrizi (a doua lege mendeliană).

În acest fel s-a născut, de fapt, genetica.

Pînă în 1900, adevărurile științifice stabilite de Mendel n-au constituit factori efervescenți pentru biologi. În acest an, trei oameni de știință, aparținînd la țări diferite și lucrînd independent: Hugo de Vriers, în Olanda; C. Correns în Germania și E. Tschermack, în Austria au ajuns la aceleași concluzii, deci mendelismul este recunoscut ca fundament științific al științei despre ereditate. (Nici în această perioadă nu se folosește termenul de genetică.)

Primul congres ținut la Londra (1899) și al doilea ținut la New York (1902) se cunosc sub denumirea de „Conferință Internațională a hibridării", deoarece cercetările erau îndreptate în direcția aplicațiilor practice.

La a treia conferință a hibridării (1906), savantul englez W. Bateson propune numirea de genetică (grecescul genesis = a da naștere) și de atunci știința despre ereditate este cunoscută sub acest nume. El stabilește că legile mendeliene se aplică și la animale și creează noțiunile de *genotip*, adică constituția ereditară a organismelor și aceea de *fenotip*, prin care înțelege totalitatea însușirilor exterioare ale organismului. Formulează și *teoria liniilor pure* (1903) înțelegînd prin aceasta „totalitatea descendenților unei singure plante autogame homozigote nehibridate". Planta folosită în experiențe a fost fasolea. După 6 ani a ajuns la constatarea că în cadrul liniilor pure selecția nu afecta caracterele ereditare, deoarece toate plantele provenite din liniile pure au aceeași ereditate. În asemenea cazuri sînt posibile modificări numai datorită mutațiilor. Tot lui îi revine și meritul de a fi arătat că însușirile și caracterele organismelor se găsesc în celulele sexuale sub formă de unități ereditare funcționale care, mai tîrziu, au fost numite gene. Denumirea a fost propusă (din 1909) de W. Johannsen. A fost acceptată de către geneticieni și: „În concepția

actuală gena este definită ca un segment din macromolecula de DNA sau RNA, care conține informația genetică necesară sintezei unei catene polipeptidice sau a altei molecule" (I. Anghel, N. Toma — *Mutațiile genelor*, p. 17, 1983).

Teoria cromozomială a eredității este formulată de Thomas Hunt Morgan, în 1910. Esențialul în această teorie constă în faptul că fiecare specie are, ca notă caracteristică, același număr de cromozomi, diferențiați morfologic și că pe ei sînt localizați factorii ereditari sau genele. Prima teză: *plasarea liniară a genelor în cromozom.* Locurile fixe pe care le ocupă genele în cromozom se numesc loci. A doua teză: *genele pot fi transmise la urmași înlănțuite*, fenomenul numindu-se linkage. A treia teză, *se pot face schimbări mutuale de segmente cromatidice* în cadrul unui cromozom omolog; fenomenul se numește crossing-over, avînd consecință directă modificarea caracterelor ereditare. T.H. Morgan a primit, în 1903, Premiul Nobel pentru toate aceste descoperiri.

„Teoria cromozomială a eredității a însemnat un important pas înainte în studiul mecanismului transmiterii caracterelor ereditare la nivel celular, descoperindu-se, pentru prima oară, un substrat material al fenomenului ereditar" (P. Raicu). Iată că însușirile ereditare se studiază la nivel celular de către citogenetică.

Morgan socotea că singura cale de transmitere a caracterelor ereditare o constituie cromozomii. Cercetări ulterioare au stabilit că există și *fenomenul eredității extracromozomiale.*

S-ar putea spune că pînă acum am prezentat genetica clasică. Rezultatele obținute în ultimele decenii situează genetica în centrul vîrtejului informațional.

De la nivel celular, cercetările au coborît la substratul molecular, la studierea componentelor biochi-

mice caracteristice materiei vii, căutîndu-se bazele biochimice ale eredității. S-a născut genetica moleculară ale cărei rezultate au impulsionat și dezvoltarea altor discipline biologice.

S-au obținut următoarele rezultate:

— În 1944, O.T. Avery și colaboratorii descoperă transformarea genetică la bacterii cu ajutorul ADN;

— J. Watson, F. Crick și M. Wilkins (1956) descifrează modul de alcătuire a moleculei de ADN, permițînd dezvoltarea cercetărilor referitoare la acizii nucleici;

— realizarea biosintezei artificiale la ARN (1955) și a ADN (1956);

— punerea în evidență a faptului că ARN-ul izolat de la virusul mozaicului tutunului este în stare singur să transmită viroza respectivă (1956);

— descifrarea codului genetic (1963—1965);

— descoperirea reglajului genetic (1961);

— abordarea cu succes a geneticii populațiilor ș.a.

Toate aceste descoperiri au deschis perspective în direcția rezolvării unor probleme fundamentale ca:

— obținerea proteinelor pe cale artificială;

— explicarea apariției materiei vii;

— obținerea de mutații, cu metode moderne, deci posibilitatea de a dirija fenomenele ereditare;

— descifrarea mecanismelor care conduc la producerea cancerului;

— explicarea maladiilor legate de fondul ereditar uman.

„Nu este departe timpul cînd pe baza cunoașterii proceselor intime care stau la baza transmiterii informației ereditare, omenirea va putea modela, după dorință, plantele și animalele și va realiza sinteza artificială a materiei vii" (P. Raicu).

Progresele notabile obținute în domeniul geneticii au fost subliniate și onorate cu premiul Nobel pentru fiziologie și medicină.

În anul 1933, se acordă Premiul Nobel lui T.H. Morgan (SUA) pentru cercetări de genetică, în cadrul cărora descoperă rolul cromozomilor în ereditate, ceea ce a însemnat completarea mendelismului și drum nou spre genetica moleculară.

1946, H. Müller (SUA) este premiat pentru cercetări de radiogenetică și descoperirea efectului mutagen al razelor X.

1958, G.W. Beadle (SUA) și E.L. Tatun (SUA) sînt premiați pentru că au descoperit faptul că genele acționează prin reglarea anumitor fenomene chimice, conceptul „o genă — o enzimă"; J. Lederberg (SUA) pentru descoperiri referitoare la recombinarea genetică și organizarea materialului genetic la bacterii; F. Sànger (SUA), care a reușit să determine secvența aminoacizilor în molecula de insulină.

1959, L. Ochoa (SUA) și A. Kornberg (SUA) pentru descoperirea mecanismului biosintezei acizilor nucleici (ADN și ARN) și rolul lor în ereditate.

1962, F.H.C. Crick (Anglia) și S.D. Watson (SUA), pentru cercetări asupra ADN-ului — structura elicoidală. M.H. Wilkins (Anglia), Premiul Nobel pentru fizică pentru studiul aprofundat al acizilor nucleici prin difracție cu raze X.

1965, A. Lwoff (Franța), J. Monod (Franța) și F. Iacob (Franța), pentru descoperirea acidului ribonucleic (ARN) mesager și controlul genetic al sintezei enzimelor și virusurilor.

1968, M.W. Nirenberg (SUA), H.G. Khorana (SUA), R. Holley (SUA), pentru cercetările legate de descifrarea codului genetic (primii doi) și pentru reușita „citirii" pentru prima oară a secvenței complete a nucleotizilor unei molecule de ARN-solubil (cel de al treilea).

1969, M. Delbrück (SUA), S.E. Luria (SUA) și A.D. Hershey (SUA) au făcut descoperiri în domeniul geneticii moleculare și în special în ceea ce privește structura și multiplicarea bacteriofagului și virusurilor.

1970, N. Borlaug (SUA), Premiul Nobel pentru pace, pentru aplicarea cuceririlor geneticii în crearea de noi soiuri productive de grîu.

1974, G.E. Palade, de origine română, (SUA), A. Claude (Belgia) și C. de Duve (SUA) pentru cercetările referitoare la infrastructura celulei, în special a ribozomilor, loc de descifrare a mesajului ereditar și biosinteză a proteinelor.

1978, W. Arber (Elveția), D. Nathan (SUA) și H. Smit (SUA), pentru descoperiri de o deosebită importanță pentru genetică, referitoare la enzimele de restricție și utilizarea în domeniul geneticii moleculare.

1982, Barbara Mc. Clintock (SUA) este răsplătită cu acest valoros premiu pentru cercetările sale pe o perioadă de cincizeci de ani, care au condus la dovedirea existenței *genelor săritoare*. Aceste gene au însușirea de a se deplasa în lungimea cromozomului, pot trece de pe un cromozom pe altul și de la o celulă la alta.

Am prezentat istoricul unor probleme care au condus la progresul general al geneticii.

În țara noastră au existat și în trecut preocupări privind problemele de genetică, atît teoretice cît și practice. Cercetări referitoare la ereditate și variabilitate au început în țara noastră imediat după descoperirea legilor mendeliene.

C. Sandu Aldea, în perioada 1907—1925, întreprinde cercetări proprii, publică sinteze referitoare la teoriile eredității și realizările în genetică și în direcția ameliorării plantelor.

Cunoștințe despre ereditate și variabilitatea animalelor a răspîndit N. Filip (1864—1922).

Contribuții de seamă au adus: E. Racoviță, Gh. Marinescu, Gh. Ionescu-Sisești, Tr. Săvulescu ș.a.

La catedrele de genetică de pe lîngă institutele agronomice și de medicină, în universități sînt studiate ereditatea și variabilitatea. Rezultatele obținute în ultimele decenii au fost analizate la „Primul simpozion național de genetică", ținut la București, între 18—20 iunie 1964 cu care ocazie s-au prezentat peste 70 de comunicări și referate științifice. Evenimentul a pus în evidență faptul că și în țara noastră sînt cercetători competenți în problemele de genetică și aduc contribuții însemnate la aprofundarea problemelor legate de ereditate.

ECOLOGIA

Ecologia — precizează B. Stugren — nu se ocupă nici de plante, nici de animale, ci de conexiunile plantelor și animalelor, de relațiile acestora cu mediul (cuvîntul grecesc oikos, simplificat ekos, însemnînd casă sau gospodărie). „*Prin urmare*, **ecologia** *este știința gospodăriei, din natura vie, a felului în care conviețuiesc plantele și animalele*".

Prof. dr. doc. N. Botnariuc precizează obiectul astfel: „Ecologia este, prin excelență, știința conexiunilor din natură. În centrul preocupărilor sale se află modul cum sînt organizate ecosistemele la nivelul populațiilor de plante și animale, precum și biocenozele; ea studiază legile după care funcționează aceste biosinteze cibernetice, legi care determină și productivitatea biologică a fiecărui sistem și a biosferei în ansamblul său".

În cursul existenței lor, între viețuitoare și mediul în care trăiesc s-au stabilizat interdependențe puternice, care în desfășurarea lor au caracter de lege, s-a înfăptuit ceea ce numim unitatea organismului cu mediul. Datorită acestui fapt, toate ființele vii sînt legate de mediul de viață prin funcțiile lor vitale (nutriția, reproducerea, deplasarea, apărarea ș.a.) și de aceea, scoaterea din acest mediu sau modificarea lui influențează puternic degenerarea sau dispariția lor.

În sfera de cercetare a ecologiei intră întreaga biosferă, întreaga materie vie.

Organismele vii nu întîlnesc pretutindeni aceleași condiții de mediu. *Teritoriul pe care se găsește răspîndită biosfera prezintă porțiuni cu înfățișare particulară și condiții de viață specifice, pe care le numim* **biotopuri** sau **habitaturi.**

Pe aceste fragmente de teritoriu trăiesc plante și animale, cu însușiri potrivite condițiilor găsite aici și cu adaptări ale organismului la acel biotop.

Populațiile de plante și animale — viețuitoarele specifice unui biotop — alcătuiesc o *biocenoză.*

La rîndul lor, populațiile (adică biocenoza) și mediul de viață (adică biotopul), formează o comuniune pe care o numim *ecosistem* (cîmpia, pădurea, balta sînt ecosisteme).

Plantele dintr-o biocenoză, în procesul de fotosinteză produc substanțe organice, sînt *producători.* Unele insecte, unele păsări și mamiferele ierbivore se hrănesc cu plante și sînt numite *fitofage* (fiton = plantă; fagien = a se hrăni) și sînt consumatori de gradul I sau consumatori primari. Animalele fitofage sînt consumate de animale carnivore și sînt numite *zoofage* (zon = animal) și sînt consumatori de gradul II — consumatori secundari. Sînt și animale zoofage care se hrănesc cu alte animale (păsările răpitoare cu alte păsări, delfinii cu pești ș.a.). Ele se numesc consumatoare de gradul III sau consumatori terțiari.

Ciupercile și un număr restrîns de animale se hrănesc cu materie organică din viețuitoare moarte, se numesc *saprofage* și alcătuiesc grupa de descompunători.

Din cele expuse reiese faptul că biocenoza este alcătuită din grupe de organisme care au aceleași cerințe de nutriție, ce consumă același fel de hrană, adică din mai multe grupe trofice (niveluri trofice).

Dacă hrana dintr-o biocenoză circulă de la plante la zoofage, înseamnă că există căi de circulație, și că un organism de grad inferior nu poate prinde și consuma un organism de nivel trofic superior.

Aceste căi alcătuiesc un lanț trofic, adică „un organism dintr-o specie oarecare se hrănește cu un organism situat pe un nivel trofic precedent" (ex., graminee → gărgărițe → șopîrla de cîmp → șoim).

Numeric, producătorii (plantele verzi) reprezintă 95,99% din biomasa unui sistem. Animalele erbivore, reprezintă 1—3%, iar saprofagele 2—4%.

Un ecosistem poate fi reprezentat astfel: la bază pătura vegetală, pătura cea mai groasă, apoi fitofagele, o pătură mai mică, zoofagele o pătură și mai mică, figura obținută, imaginar, este o piramidă. Această dispunere a nivelurilor trofice ale ecosistemului în pături suprapuse, în ordine descrescîndă este o piramidă eltoniană. O asemenea piramidă a fost înfăptuită de savantul englez Charles Elton, pentru prima dată, în anul 1927.

Grupele trofice dintr-un ecosistem, în realitate nu sînt prezentate în formă de piramidă. Datorită creșterii inegale a diferitelor specii de plante, ecosistemul devine stratificat. Straturile vegetale fiind diferite și animalele se vor așeza în mod diferit pe ele, deci un strat al ecosistemului este alcătuit din plante și animale. O pășune, de exemplu, este alcătuită din trei straturi: stratul mineral al solului, stratul organic al solului și stratul ierbos de pe sol.

Populațiile din ecosisteme desfășoară activități diurne, nocturne sau crepusculare, deci diferite ritmuri: de zi și de noapte, crepusculare ș.a.

În țara noastră se întîlnesc șase aspecte sezoniere ale ecosistemelor: aspectul prevernal, aspectul vernal, aspectul estival, aspectul serotinal, aspectul autumnal și aspectul hiemal.

Importanța studierii ecologiei constă în faptul că ne prezintă funcțiile de bază ale ecosistemelor biosferei, acelea de autoorganizare și regenerare continuă a resurselor pentru viață.

„Existența circuitelor naturale ale substanțelor și elementelor — săvîrșită prin acțiunea organismelor, precum și prin interacțiunile dintre cele mai felurite specii — constituie premisele genezei proceselor de autoreglare și autoorganizare în interiorul ecosistemelor și al biosferei. Atît biosfera cît și ecosistemele sale naturale se caracterizează printr-o înaltă stabilitate rezultată din instaurarea „stării staționare» („steady-state") și din dobîndirea homeostazei. Aceste două elemente dau naștere așa-numitului *echilibru biologic sau ecologic din natură, care constă în esență în permanenta autoreînnoire a materiilor prime din care se construiește viața*" (V. Soran). Cunoașterea ecologiei are și multe implicații practice.

O preocupare importantă și urgentă din domeniul ecologiei este împiedicarea poluării factorilor de mediu, întrucît acest fenomen constituie o mare primejdie pentru întreaga biosferă, deoarece tulbură echilibrul biologic. Factorii care furnizează poluarea sînt diferiți și acționează întotdeauna în defavoarea organismelor vii.

Pentru ieșirea din această situație sînt în circulație două teorii.

a. Adepții *tehnicii în continuu progres* (ingineri, economiști) susțin că menținerea biosferei cu caracteristi-

cile din trecut este ceva perimat; de aceea, propun să fie înlocuită cu tehnosfera sau biotehnosfera, omul avînd rolul de a regla circuitele biogeochimice la nivelul planetar. Ideea nu rezistă criticii.

b. A doua teorie, a *noosferei*, militează pentru dominarea rațiunii pe planeta noastră (noos = rațiune, înțelepciune și sfera=înveliș al pămîntului) (termenul a fost propus de matematicianul francez E. Le Roy, în 1927).

„În sens mai larg, arată V. Soran, instaurarea noosferei ar trebui să însemne, printre altele și menținerea echilibrelor ecologice din biosferă, prin conservarea pe suprafețe relativ întinse și judicios alese a ecosistemelor naturale, prin îmbunătățirea și creșterea randamentului ecosistemelor artificiale, prin armonizarea proceselor tehnologice cu cele ecologice".

În țara noastră, pentru menținerea echilibrului ecologic, pe lîngă Academia R.S. România a luat ființă *Comisia pentru combaterea poluării mediului*, care are ca sarcină principală studierea factorilor poluanți și găsirea mijloacelor de combatere a efectelor lor nocive. Cercetările sînt îndreptate în direcția eliminării gazelor toxice de către motoarele cu ardere internă, în direcția reciclării apelor folosite la marile întreprinderi industriale, rezolvarea problemei colectării și depozitării deșeurilor, precum și a amplasării raționale a noilor unități industriale.

Factorii poluanți sînt mulți și „... aceste căi de deteriorare nu acționează separat în timp și spațiu, ci de cele mai multe ori agresiunea se exercită simultan asupra diferitelor componente ale unui ecosistem, asupra ecosistemului întreg, asupra complexelor de ecosisteme și cu atît mai mult asupra ecosferei, luată în ansamblu" (N. Botnariuc, V. Văidanu, *Ecologie*). Pe plan internațional, acționează mai multe organizații cu caracter ecologic, dintre care citățm:

— Programul Națiunilor Unite pentru mediu (P.N.U.E);

— Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii (U.I.C.N.), care, în colaborare cu alte instituții, a elaborat documentul „Strategia mondială a Conservării";

— Programul Internațional OM — BIOSFERA (M.A.B.)

— Fondul Mondial pentru Natură (W.W.F.).

Problema protecției mediului ambiant constituie preocupare pentru toate țările lumii și sub auspiciile Organizației Națiunilor Unite se elaborează programe pe plan mondial.

Civilizația umană a creat revoluția tehnico-științifică și tot ei îi revine sarcina de a menține condiții de viață normale pentru oamenii acestor noi timpuri.

BIOCHIMIA

„**Biochimia,** numită și *chimie biologică sau chimie fiziologică, este știința care aplică metodele chimice de investigație în studierea tuturor manifestărilor vieții, cercetînd compoziția chimică a organismelor vii și procesele chimice care au loc în ele*" (*Biochimie* — E. Felszeghy și A. Abraham).

Preocupări referitoare la chimismul materiei vii au fost și în trecutul îndepărtat, însă ca știință cu obiective proprii a luat ființă în secolul al XIX-lea, făcînd legătura dintre chimie și biologie.

În cadrul biochimiei, cercetările cuprind două direcții: biochimia descriptivă, care urmărește compoziția chimică a materiei vii; biochimia dinamică, al cărui obiect de studiu îl constituie procesele chimice ce se desfășoară în organismul viu.

Biochimia descriptivă a realizat multe descoperiri. S-a explicat structura chimică a lipidelor, de către M.E. Chevruel (1813), a glucidelor, de către E. Fischer (1893). Proteinele sînt cercetate pas cu pas și se obțin rezultate apreciabile privind structura lor peptidică. Studiul chimic al acizilor nucleici (vezi citologia) și precizarea naturii proteice a enzimelor sînt alte cuceriri.

Biochimia dinamică a contribuit la lămurirea *chimismului digestiei*, la *principiile de metabolizare* a glucidelor la plante și animale și la *degradarea oxidativă a glucidelor*.

Fermentația lactică, alcoolică, oxidările biologice și mecanismul de depozitare a energiei eliberate din compușii fosforați macroergici, chimismul fotosintezei lămuresc multe procese vitale pentru organismele vii. Metabolismul proteinelor, biosinteza proteinelor din monoacizi și rolul acizilor nucleici în ereditate și în autoreproducerea materiei vii, descifrarea codului genetic au îmbogățit mult aceste discipline biologice.

În ceea ce privește proteinele, biochimia dinamică a demonstrat marea lor însemnătate pentru organismele vii.

Ele reglează presiunea osmotică: „asigură echilibrul electrostatic și acido-bazic și echilibrul la nivelul membranelor semipermeabile". Sînt componente ale protoplasmei și nucleului celular. Cînd sînt enzime, participă la reglarea multor procese biocatalitice; în calitate de hormoni acționează specific avînd efect stimulator, iar vitaminele sînt necesare în desfășurarea proceselor vitale. Imunoglobulinele participă la procesele imunitare.

În adevăr „... viața este un dar al proteinelor, precum și al celorlalți compuși organici esențiali".

Conținutul acestei științe prezintă mare importanță. „Pe plan teoretic, cuceririle ei contribuie din plin la

rezolvarea problemelor cardinale ale biologiei, îmbogățind și adîncind cunoștințele noastre referitoare la manifestările vitale fundamentale și la însăși esența vieții. În domeniul practicii, biochimia promovează puternic progresul medicinii, al igienei, al agrotehnicii și zootehniei, al microbiologiei și virusologiei și al multor alte științe aplicative" (E. Felszeghy, A. Abraham).

Un domeniu al biochimiei îl constituie și studiul enzimelor. S-au acumulat atîtea cunoștințe, încît azi se vorbește de o știință nouă — enzimologia.

Enzimele sînt substanțe de natură proteică, iau naștere în celule vii, au rol de biocatalizatori și influențează una sau mai multe structuri specifice, unde determină reacții chimice de descompunere și de sinteză. Numele acestor molecule chimice extrem de complexe a fost dat de frații Buchner în 1897, din cuvintele grecești en = în și zum= drojdie. O enzimă este compusă dintr-un lanț de aminoacizi, care sînt așezați altfel în fiecare din ele. În ceea ce privește numărul lor în organisme este destul de mare, dar fiecare este unică și are misiune specială. În corpul omenesc se presupune că sînt în jur de 100 000 de enzime.

Pentru a concretiza modul cum acționează enzimele, un chimist a făcut comparație între un automobil și o enzimă. La urcarea în automobil, acesta este o masă amorfă de materiale diferite, dar prin folosirea cheii de contact, se dezlănțuie un proces care pune mașina în mișcare. „În felul ei, o enzimă este un motor de pornire. Ea pune în mișcare — sau, mai exact — grăbește moleculele să-și vadă de treabă".

Din numărul mare de aminoacizi pe care-i conține o enzimă, numai o parte acționează intens și alcătuiește „centrul activ" al enzimei. În acest loc trebuie să ajungă substanța substrat asupra căreia acționează enzima și în condiții de o anumită temperatură, aciditate, moleculele substratului sînt transformate în substanță nouă.

Acțiunea enzimelor se produce foarte repede, o secvență de absorbție-desorbție se poate repeta de peste un milion de ori pe minut. „Ea „joacă" atît de repede, încît ar fi mai exact să se vorbească de o muncă pe bandă" (Sciences et Avenir, 1976).

Ele se aseamănă cu alți doi biocatalizatori, hormonii și vitaminele, prin aceea că toți trei există în organismele vii, în cantități foarte mici, dar cu o activitate extrem de importantă. Sînt și deosebiri între ele: enzimele și hormonii sînt produși numai de organisme, pe cînd vitaminele trebuie introduse în organism. Hormonii acționează numai în interiorul organismelor, pe cînd enzimele au cîmp de acțiune în organisme, unde participă la sinteza diferiților constituienți celulari, dar și în afara acestora, drept catalizatori, în procesele de fermentație alcoolică, fermentație acetică, lactică ș.a. Studiul lor a condus la aplicații în medicină: la stabilirea diagnosticului în anumite boli, ca mijloc terapeutic — enzime care coagulează sîngele și descompun chiaguri de sînge, se experimentează aportul lor la tratarea unor forme de cancer. Datorită participării lor la structura materiei vii li se cuvine pe deplin atributul de „uimitori chimiști ai lumii vii".

Din necesități științifice și practice capitole ale biochimiei au devenit subramuri ale ei.

Pentru cercetarea virusurilor, bacteriilor, algelor, fungilor s-au dezvoltat biochimia virusurilor, a algelor, a fungilor. Necesități practice au condus la dezvoltarea biochimiei medicale, a pesticidelor etc. S-au departajat biochimia unor organe și țesuturi (biochimia rinichiului, biochimia țesutului nervos etc.). Sînt subramuri care studiază biochimia proteinelor, a vitaminelor. Biochimia cuantică studiază aspectele energetice ale substanțelor organice, iar cea mai nouă subramură, biochimia cosmică explică influența factorilor cosmici asupra organismelor vii.

S-ar putea obiecta faptul că această diviziune ar aduce prejudicii unității biochimiei.

„În realitate însă ramificarea amintită a reprezentat doar un proces firesc de extindere, determinat de numeroase descoperiri efectuate în domeniul biochimiei, mai ales în ultima perioadă, iar dezvoltarea crescîndă a acestei științe n-a exercitat nici o influență dăunătoare asupra unității conținutului său" (M. Rabega, C. Rabega — *Biochimia*).

Aportul biochimiei este foarte important și multe progrese în biologie se datoresc contribuției sale la cercetarea viului.

BIOLOGIA MOLECULARĂ

În măsura în care se dezvolta biochimia, se creau condiții ca materia vie să poată fi studiată la nivelul ei „cel mai de jos", la nivel molecular. Așa s-a născut o ramură nouă a biologiei, biologia moleculară. Începutul afirmării ei îl constituie anul 1950.

W. T. Astbury, unul din promotorii acestei științe, îi definea obiectul în felul următor: „**Biologia moleculară** *urmărește . . . descoperirea, dincolo de manifestările ce au loc în scara biologiei clasice, a substratului molecular corespunzător*. Ea cercetează în special formele moleculelor biologice și evoluția, diversificarea și punerea lor în valoare pe măsura trecerii la niveluri din ce în ce mai înalte de organizare. Biologia moleculară are o vedere predominant tridimensională și structurală, ceea ce nu înseamnă că ea poate fi privită doar ca o morfologie de mare finețe. Ea trebuie neapărat să pătrundă, în același timp, în problemele de geneză și funcție" *(Introducere în biologia moleculară*, G. H. Haggis).

Proteinele, materia fundamentală ce intră în structurarea viului, sînt sistematic studiate și la nivel molecular. Sînt abordate problemele: metodele de izolare și studiere a proteinelor, tipurile de proteine existente în organismele vii, proteinele enzimatice și importanța lor pentru metabolismul celular, modul de localizare a unor enzime în anumite structuri celulare, gradul de stabilitate al proteinelor, structura și sinteza proteinelor.

Este cercetată la nivel molecular natura chimică a materialului ereditar, structura acizilor nucleici și a nucleoproteinelor, precum și gena.

Aceste cercetări au luat o mare dezvoltare și au condus la obținerea de rezultate foarte valoroase care au determinat conturarea unei ramuri a geneticii, numită genetica moleculară, care „are drept scop studiul eredității la nivel subcelular și molecular, căutînd să descopere mecanismele intime care stau la baza autoreproducerii materiei vii și implicit ale procesului de transmitere ereditară a caracterelor" *(Genetica*, P. Raicu).

Pionierul geneticii moleculare este doctorul englez Garrod, care a arătat că prezența unei anumite gene determină blocarea degradării fenilanalinei și ca urmare, aceasta se acumulează în sînge și determină apariția unei maladii.

Etapa următoare a constat în stabilirea căilor metabolice care determină apariția pigmenților la flori și culoarea ochilor de la insecte.

Introducerea mutațiilor cu raze X de către H. J. Müller a furnizat indicații privind mărimea genelor și a dus la formularea concluziei că „genele trebuie să fie de natură moleculară".

O. T. Avery și colab. demonstrează că ADN este purtător al informației ereditare. Acum s-au pus bazele cercetării biochimice a eredității.

Wattson și Crick stabilesc un model al ADN, care, ulterior, se verifică pe cale de experiment. Se stabilește ce este codul genetic și mecanismele care stau la baza funcționării sale.

Pașii făcuți sînt atît de mari încît biologia moleculară îndrăznește să anticipeze dirijarea, în direcția dorită, a chimismului eredității.

Pornind de la cuceririle obținute de biologia moleculară se abordează și explicarea evoluției la nivel molecular. „Scopul final al acestor investigații este bineînțeles dovedirea evoluției la nivel molecular și construirea unor sisteme filogenetice, bazate pe criterii biochimice." (V. Soran).

Biologia moleculară ar putea aduce contribuții și la explicarea apariției vieții. Pentru ca să se formeze o celulă, participă mai mulți factori constitutivi — factorii celulari. Dacă este descifrat „jocul moleculelor" în structura viului se va putea formula și modul cum au apărut primele celule și se va emite ipoteza construirii de celule noi, în laborator.

Cuceririle biologiei moleculare își găsesc aplicații în medicina modernă.

Prof. dr. doc. O. Fodor, în *Cuvînt înainte* la volumul *Biologia moleculară și medicina umană*, scrie: „Nu cred că există în prezent un domeniu de mai mare eficiență și actualitate în biologie decît cel al biologiei moleculare". O mulțime de boli — se afirmă că sînt cu sutele—au drept cauză anomalii genetice și cunoștințele de biologie moleculară contribuie la explicarea lor și la găsirea căilor de combatere.

Este, în general admis, faptul că conceptul molecular constituie factorul fundamental în biologia contemporană.

Academicianul Eugen Macovschi a elaborat între anii 1958—1978 o teorie nouă referitoare la structura materiei vii, numită *teoria biostructurală*, deoarece a

socotit teoria moleculară insuficientă la explicarea materiei vii.

Potrivit acestei teorii, la alcătuirea materiei vii participă două forme ale materiei — esențial deosebite — materia moleculară nevie și a doua formă, superior organizată, numită materie *biostructurală* sau *biostructură*, în conexiune.

În condiții favorabile, materia moleculară nevie, cînd a ajuns la un anumit grad de dezvoltare, se transformă în materie *biostructurală*, un mod superior de organizare. O parte din materia moleculară nevie, încă netransformată, se încorporează în materia biostructurală formată și împreună dau naștere la materie vie numită *biosică*. Aceasta, ajunsă la un anumit grad de dezvoltare, în condiții prielnice, se transformă în materie *neosistructurală*. În timpul formării acestei materii, o parte din materia biosică — materie biostructurală și materie moleculară — care n-au suferit transformări, se înglobează în materia neosistructurală și formează o nouă materie pe care a numit-o *noesică* (grecescul noesis = gîndire).

Materia biostructurală nu reprezintă o structură chimică ci structură biologică, care se găsește într-o continuă dezvoltare, este purtătoarea însușirilor biologice, pe care le transmite viului din care face parte, există numai în viu și se destramă odată cu moartea, fiind eliberate sub forma de molecule componentele din care este alcătuită.

Cele două aspecte se deosebesc profund între ele, dar nu se exclud.

Materia biostructurală reprezintă „partea vie a viului" iar materia moleculară coexistentă reprezintă „partea nevie a viului, unitatea lor dialectică fiind materia însăși" (E. Macovschi).

BIORITMOLOGIA

Au intrat în vorbirea curentă termeni ca „ritmuri biologice", „bioritmuri", „ceasornice biologice" pentru fenomene caracteristice organismelor vii, care se produc cu intermitență, alternativ sau periodic. Mișcările cordului se produc în perioade de timp scurte, mișcările respiratorii se produc într-un timp mai mare, alternanța dintre somn și veghe are perioade și mai mari, iar anotimpurile au o periodicitate și mai mare.

Știința care se ocupă cu analiza fenomenelor ritmice, ce se întîlnesc în lumea viețuitoarelor (plante și animale) se numește **bioritmologie.** Se mai folosește și termenul de *cronobiologie.*

În 1973, la Hanovra s-a desfășurat a XI-a Conferință de cronobiologie, la care prof. dr. von Mayerbacj, președintele conferinței, la încheierea dezbaterilor, afirma: „Sîntem abia la topografiere".

Academicianul Șt. Milcu și A. Lungu afirmă că „Ritmurile biologice reprezintă reflectarea de către organismele vii a modificărilor periodice regulate ce se desfășoară în mediul extern. Ele sînt determinate și condiționate de acțiunea îndelungată, repetată, de sute de mii de ani, a succesiunilor complexe din natură, zi, noapte, anotimpuri etc.— asupra organismului" *(Hormonii și viața).* „Unele sînt condiționate genetic, altele nu sînt nimic altceva decît răspunsul organismului la modificările ritmice ale mediului" (C. Maximilian).

Fenomenele biologice le putem clasifica în două grupe: *ritmice*, cele care au o repetare aproape identică și la intervale de timp regulate și *fazice*, care au stadii succesive, dar care nu se mai repetă (creșterea organismelor).

Faptul că unele activități ale organismelor vii au funcționări maxime sau minime la anumite unități de

timp (ore), iar prin repetare în cursul evoluției au devenit însușiri ereditare și funcționează ca niște ceasornice vii, care nu trebuie întoarse, a condus la denumirea de „ceasornice biologice".

Dacă luăm, ca exemplu, bioritmul cotidian al funcției corticosuprarenalei, secreția nu se face cu o intensitate uniformă. În primele ore ale zilei se înregistrează o activitate maximă și o scădere către miezul nopții. Fenomenul este comun la șoareci, maimuțe și om, dar invers la șobolani, care desfășoară activitate nocturnă.

Ciclul menstrual este un bioritm lunar. Bioritmuri sezoniere și anuale se întîlnesc la pești, batracieni, reptile, păsări, unele mamifere și sînt determinate de inactivitatea unor glande endocrine.

Institutul de Fiziologie a Comportamentului de la Erling—Andechis a întreprins experiențe referitoare la „orologiul intern" al omului. Două sute de persoane au locuit în apartamente subterane între 3—6 săptămîni, după cum au putut rezista. Omul pierde repede orice orientare în timp, cînd nu are ceasornicul cu el. O persoană a lucrat 30 ore continuu și a dormit 20 ore în șir, deci i s-a perturbat ritmul somn-veghe. S-au produs și dereglări ale funcțiilor vegetative.

Interesante și datele din revista *Science et Vie* referitoare la bioritmurile organismului omenesc.

Orele cele mai grele în procesele respirației sînt între 3—5 dimineața, acesta fiind un moment greu pentru bolnavii de bronșită.

Societatea de biologie din Montpellier, pe baza experimentului cu izotopul radioactiv iod 137, a stabilit că între orele 2—4 dimineața glanda tiroidă are maximum de activitate.

Ficatul are secreția maximă la ora 2 noaptea, a stabilit Laboratorul de farmacologie „Michael Reese" din Chicago.

Rinichiul are activitate maximă între orele 5—7 seara și în anotimpul de iarnă, fapt verificat cu experiențe făcute pe șoareci.

Inima, pe baza cercetărilor făcute de specialiștii francezi și sovietici, are funcționare maximă la amiază și vara.

Există o oră „de vîrf" a accidentelor. Accidentele vasculare ale creierului se produc în jurul orei 18, ale inimii și coronarelor în jurul orei 20. Situația critică pentru plămîni este seara, pînă la miezul nopții.

S-a pus și întrebarea: cine reglează, cine „întoarce" aceste „ceasornice biologice"? Răspunsul este: „Ceasul este întors de către alternanța regulată a luminii cu întunericul". În ritmul de 24 ore, în organismul uman se schimbă aproape 50 de funcțiuni fiziologice. S-a încercat și explicarea acestei alternanțe. Retina ochiului reține lumina și o trimite, prin intermediul nervilor optici, la hipotalamus, „care facilitează complicata integrare și adaptare a funcției organelor interne și a sistemelor în ansamblul activității organismului". Hipotalamusul este în legătură cu glanda tiroidă, care, în intervalul de existență a luminii, produce mai multă secreție decît pe timp de întuneric, deci are loc o fluctuație în producerea de hormoni tiroidieni, care, la rîndul lor, stimulează activitatea altor organe.

Alternanța dintre zi și noapte face să varieze temperatura corpului, frecvența pulsului ș.a.

„Ritmurile endogene circadine au încă un rol fiziologic: acela de a funcționa drept „ceasornice biologice", care să comande adaptarea organismelor la fluctuațiile periodice de mare regularitate, care există în mediu" (V. Săhleanu). Animalele care nu pot reține apa se adaptează vieții nocturne, animalele de pradă își adaptează ritmurile după cele ale prăzii lor. Unele bioritmuri ajută la orientare, ca în cazul albinelor sau păsărilor.

În clinica umană, dereglarea unor ritmuri endocrine constituie elemente în stabilirea diagnosticului. Înregistrarea ritmurilor bioelectrice, sub formă de electrocardiogramă şi electroencefalogramă, sînt elemente foarte importante pentru medicul consultant.

În farmacologie, unele medicamente se administrează ţinînd seama de bioritmurile organismului.

Prof. Heinz von Mayerbach a experimentat pe şobolani care este perioada optimă de administrare a unui medicament. La o grupă de şobolani a administrat luminalul seara. Medicamentul a provocat somn adînc şi dimineaţa animalele s-au trezit odihnite. La grupa a doua, luminalul a fost administrat dimineaţa şi urmarea a fost că, după un timp, şobolanii au murit. În ultimul caz s-a acţionat împotriva bioritmurilor organismului. Pornind de la aceste considerente, instrucţiunile unor medicamente indică şi timpul optim de folosire.

Cercetările bioritmologice sînt folosite şi în organizarea raţională a procesului de muncă. Pe baza observaţiilor făcute pe un număr mare de oameni, fiziologul german Hampp a ajuns la concluzia că 1/6 din ei aparţin tipului „matinal", 1/3 tipului „de seară", iar 1/2 se acomodează cu uşurinţă oricărui ritm de muncă, aceştia alcătuind grupa „aritmicilor". Pe baza acestor constatări, urmează să fie repartizaţi muncitorii în schimburile de muncă. Interesante sînt şi oscilaţiile numărului de greşeli, ce se produc în interval de 24 ore.

Prin posibilitatea de a schimba ritmurile biologice la plante şi la animale se creează situaţia de a obţine avantaje economice (se micşorează ciclul biologic, se influenţează ritmurile endocrino-hormonale).

Reţinem faptul că şi-n acest domeniu sîntem în plină căutare.

RADIOBIOLOGIA

În 1957, pe lîngă Academia R.S.R., a luat fiinţă Comisia de radiologie. „Sub auspiciile ei s-au înmănunchiat preocupările de ordin teoretic şi practic din domeniile radiobiologiei vegetale, animale şi umane, generînd astfel o lărgire a înţelegerii fenomenelor biologice produse de radiaţiile ionizante".

Radiobiologia *urmăreşte înţelegerea fenomenelor ce au loc în substanţa vie sub acţiunea radiaţiilor, pe diferitele ei trepte de organizare: virusuri, microorganisme, plante inferioare, plante superioare, animale, om.*

Substanţa vie prezintă *radiosensibilitate*, înţelegînd prin aceasta „capacitatea substratului viu de a traduce energia transformată de radiaţii în manifestări biologice şi, în sens restrictiv, pentru stabilirea unui anumit grad de intensitate în realizarea acestui proces" (*Radiobiologia* — Şt. Milcu). La substanţa vie, această radiosensibilitate se manifestă la diferite nivele:

a — la nivelul subcelular influenţează substratul biochimic (enzimele, ADN) şi substratul structural (cromozomii — permeabilitatea moleculară şi altele);

b — la nivelul celular se manifestă întîrzierea diviziunii celulare, efectul de moarte a celulei, diferenţieri celulare;

c — influenţe asemănătoare cu cele de la celulă se manifestă şi la nivel tisular;

d — în ceea ce priveşte radiosensibilitatea la nivelul organismului, se afirmă că „. . . radioactivitatea nu poate fi privită niciodată ca o manifestare de ordin local, tisular sau celular . . ." pentru că oriunde s-ar produce afectează întregul organism.

Influenţa radiaţiilor prezintă diferenţieri atît la nivel de specie cît şi de individ.

Radiosensibilitatea, la nivel de specie, depinde de mai mulţi factori: dezvoltarea filogenetică, particularităţi ale compoziţiei biochimice, particularităţi de ordin genetic, intensitatea proceselor metabolice, particularităţile de ordin fiziopatologic. Radiosensibilitatea individuală are ca factori determinanţi: dezvoltarea ontologică, vîrsta, sexul, starea corporală, starea fiziologică.

La animale, radiosensibilitatea se manifestă în mod deosebit. La organismele inferioare radiorezistenţa este deosebit de mare, iar la cele superioare rezistenţa este mai mică.

„Determinarea radiorezistenţei la animale se face în general ca la plante, prin stabilirea DL 30 exprimată în roentgeni" (Milcu, p. 261); efectul iradierii este urmărit în timp determinat: ore, zile.

Iată cîteva exemple: la infuzori DL 30 este de 350 000 r, la parameci de 300 000 r, la amibă de 100 000 r.

Insectele au mare rezistenţă faţă de radiaţiile ionizate: ouăle cu vîrsta de 3 ore au DL 30 de 50 r, larvele cu vîrsta de 4 ore au DL 30 de 500 r, iar o larvă matură, au DL 30 de 20 000 (DL = doză letală = mortală).

La mamifere DL 30 este între 200—800 r.

Aceste mari variaţii se datoresc particularităţilor biochimice.

„S-a constatat că la majoritatea nevertebratelor reglarea presiunii osmotice se face prin participarea aminoacizilor şi a polipeptidelor, în timp ce la vertebrate se realizează prin schimbul de 10 ioni anorganici (Na^+, Mg^{++}, Cl^-, SO_4 etc.). Faptul că aminoacizii au o acţiune explică rezistenţa mai mare la radiaţii a nevertebratelor" (Milcu şi colab., p. 262).

Numărul de cromozomi îndeplineşte şi el un rol însemnat în radiosensibilitate. „Organismele poliploide

prezintă o rezistenţă mai mare la radiaţii, decît cele haploide şi diploide".

De asemenea, intensitatea proceselor metabolice influenţează radiosensibilitatea la animale. Cu extract de tiroidă sau cu dinitrofenol s-au stimulat procesele metabolice şi s-a constatat moartea animalelor de experienţă. Scăderea cantităţii de hrană, la bacterii, ciuperci şi insecte a arătat micşorarea radiosensibilităţii.

„Aşa se explică de ce animalele nu reacţionează la iradiere cînd se află în stare de hibernare, ci imediat după trezirea lor, cînd apare efectul radiobiologic".

Folosirea radiaţiilor asupra materiei vii poate conduce către efecte dăunătoare, dar şi la obţinerea unor rezultate de mare valoare practică.

P. Raicu şi colab. în *Radiogenetica vegetală şi animală* scot în evidenţă implicaţiile practice.

— 1/1 000 din mutaţiile radioinduse pot fi folosite direct sau indirect în practică.

— Se obţin mutaţii care prezintă rezistenţă la boli şi dăunători (rezistenţa grîului la rugină).

— S-au obţinut modificări morfologice utile pentru practică (pai mai scurt şi mai rezistent la cădere).

La tomate, s-a realizat de către Stubbe (1959) o colecţie de cîteva sute de mutante care se referă la: tipul, forma şi mărimea tufei, a frunzelor şi a florilor, a rezistenţei la boli şi dăunători, mărimea perioadei de vegetaţie . . . Un alt cercetător, M. Zacharias (1956) a obţinut la fasolea soia peste 400 de mutante.

— Mutaţiile biochimice au condus la mărirea conţinutului în ulei, zaharuri, proteine.

— Mutantele obţinute în domeniul transferului de gene de la o specie la alta au condus la obţinerea de soiuri unice pe plan mondial: muştarul alb Primex (Suedia, 1950), rapiţa de vară pentru ulei Regina II (Suedia, 1953), fasolea Sanilac (Michigan, 1957), arahida N.C. 4 X. (Carolina de Nord) ş.a.

Mutante folositoare s-au obținut și în domeniul animal. Japonezul Tazima a obținut o mutantă mai productivă, la masculii viermelui de mătase, care dă o cantitate mai mare de fir.

Tot din grupa foloaselor face parte și iradierea insectelor dăunătoare. De exemplu: masculii unor insecte dăunătoare sînt iradiați și devin nereproducători, deci se combate specia. În insulele Curacao (Indiile de Vest) și în statul Florida (SUA), insecta *Callitraga homini vorax* își depune ouăle pe spatele animalelor domestice, iar larvele se dezvoltă sub pielea oilor, caprelor, vitelor mari. Prin sterilizarea masculilor și punerea lor în libertate în perioada de împerechere, s-a eliminat complet insecta.

Prin radiogenetica animală s-a urmărit și „descoperirea unor mecanisme ale radiomutagenezei a căror extrapolare la specia umană să poată utiliza informații utile pentru protecția genetică a acestora".

Care este situația omului în acest ocean al radiațiilor?

Se apreciază că este foarte greu de precizat ce se va întîmpla cu zestrea biologică a omului în cadrul procesului tehnologic expansional.

O grupă de geneticieni, cei pesimiști, socotesc că folosirea pe scară tot mai largă a radiațiilor va conduce către un „apocalips genetic". Acumularea unui număr uriaș de mutații va periclita existența omului în forma actuală.

Se răspunde acestora că sînt grupe de animale care primesc doze mari de iradiere de-a lungul mai multor generații și nu s-a produs nici un apocalips.

Aceasta nu înseamnă că folosirea iradierilor pe scară tot mai mare nu poate avea influențe negative asupra ființei umane.

Pentru noi, afirmă moderații, este necesar să se stabilească dacă este în pericol existența speciei umane,

prin larga folosire a iradierii. „În prezent, se pare că nu, dar pe viitor vor trebui luate măsuri eficiente de protecție a populațiilor".

BIOFIZICA

Primul congres de biofizică s-a ținut la Stockholm, în 1961; au urmat congresul de la Viena (1966) și de la Cambridge (1969) și Moscova (1972).

Este, deci, o disciplină care și-a conturat obiectul de studiu în ultimile decenii. Într-un articol intitulat *Biofizica — domeniul modern al științelor biologice*, V. Vasilescu și D. Mărgineanu precizează: „*Prin* **biofizică** *se înțelege studiul fenomenelor biologice interpretate în termenii principiilor fizice sau, într-un mod mai explicit, biofizica poate fi definită ca acea ramură a științei care aplică metodele și principiile fizicii la cercetarea sistemelor biologice*".

Prin folosirea metodelor împrumutate de la fizică, biofizica și-a îndreptat cercetările asupra mai multor probleme principale.

În *problema mecanismului de funcționare a sistemelor excitabile în organismele vii* s-au studiat:

— conducerea impulsurilor prin fibrele nervoase;

— s-au precizat parametrii electrici (rezistență, capacitate) ai axonilor giganți la cefalopode;

— pe bază de experiențe s-a descris matematic influxul nervos, în raport cu fluxurile de ioni prin membrana celulară;

— în fibrele mielinizate, potențialul de acțiune se propagă saltatoriu, de la un nod Ranvier la altul;

— a fost descifrat mecanismul transmisiei sinaptice;

— prin studierea labirintului urechii, s-a precizat rolul său de transformator de energie.

Studiul ultrastructurii celulelor și organitelor celulare a condus, printre multe altele, la precizarea structurii membranelor și a pus în evidență importanța folosirii microscopiei electronice.

„În afară de reglarea fluxurilor de substanțe, membranele sînt direct implicate în realizarea majorității conversiilor de energie în celule, în recepția stimulilor externi de diferite naturi, inclusiv al antigenelor, hormonilor și medicamentelor, precum și în propagarea semnalelor în sistemul nervos". (Doru G. Mărgineanu, *Biofizica*, 1985, p. 47—48.)

Pentru înțelegerea funcțiilor moleculelor celulare sînt studiate: structura lor, permeația membranei celulare, conversia chemo-electrică de energie, potențialul de repaus celular și transportul de ioni prin membranele celulare.

O problemă de mare importanță o constituie *descifrarea structurii spațiale a moleculelor biologice mari*. În această direcție s-au demonstrat:

— lanțurile de proteine fibrilare pot avea structuri spiralate (L. Pauling);

— precizarea structurii de dublă elice a moleculelor de ADN, fapt ce a condus la explicarea mecanismului de transmitere a informației ereditare (S. Watson, F. Crick și M. Wilkins);

— modalitățile de permeație prin membranele celulare.

Introducerea concepției sistemice în studiul organismelor a condus către găsirea relațiilor definitorii existente într-un sistem biologic și la explicarea termodinamică a apariției, a existenței și a evoluției sistemelor biologice.

Printre metodele folosite, citățm: centrifugarea în gradient de concentrație, ultracentrifugarea, cromatografia și electroforeza, folosite în separarea organitelor celulare și a unor biomolecule;

— microscopia — în special microscopia electronică — se folosește în studiul ultrastructurii;

— spectrofotometria, razele X, folosirea izotopilor radioactivi au condus la elucidarea multor probleme;

— prin folosirea microelectrozilor, care se introduc în celulă, s-a determinat pH-ul intracelular și concentrația de ioni în celulă.

Reiese că biofizica aduce un important aport în descifrarea funcționării organismelor vii, deci conduce la înțelegerea a ceea ce numim viață.

S-a trecut și la aplicații practice. Se poate da un diagnostic precis în unele tulburări funcționale; fizioterapia se folosește în tratarea unor boli; cobaltoterapia folosește cobaltul radioactiv la urmărirea unor procese din celule și țesuturi; se pot obține mutanți prin metode fizice; se năzuiește la realizarea fotosintezei artificiale și la găsirea unor procedee mai eficiente de desalinizare a apei.

Instalațiile de desalinizarea apei, de tip industrial, folosesc membrane artificiale, obținute din diacetat de celuloză, alcool polivinilic și fibre poliamidice. Funcționarea instalației se bazează pe principiul osmozei inverse. Prin membrana care separă soluția diluată de una concentrată, apa va trece către compartimentul concentrat pînă se ajunge la saturație. În asemenea situație, din exterior se acționează asupra soluției mai concentrate cu o presiune mai mare decît cea osmotică și apa va difuza invers (către compartimentul mai diluat).

Unele aparate construite după principiile fizicii sînt folosite la vizualizarea de detalii ale organismului.

Tomografia transversală ajută la obținerea imaginii unei secțiuni transversale a unui organ, cu o profunzime de 1—2 cm.

Tomografia de emisie dă imagini ale fixării unui radioizotop într-o secțiune transversală a părții cercetate.

Ecografia ultrasonoră formează din puncte o imagine a unui organ și ajută la descoperirea chisturilor hepatice, la controlul mersului sarcinii la femei, fără influențe dăunătoare.

Termografia înregistrează căldura la nivelul epidermei. În stări anormale temperatura este scăzută.

Zeugnatografia se bazează „pe vizualizarea distribuirii și stării apei din țesuturi, prin intermediul rezonanței magnetice protonice". Cu ajutorul ei au fost detectate tumori și edeme cerebrale.

În anul 1979, premiul Nobel pentru fiziologie și medicină este atribuit lui A. M. Cormack (SUA) și G. N. Hounsfield (Anglia) „pentru crearea metodei de prelucrare a tomografiei computerizate și examinare a creierului, denumită „brain-scanner"."

Avantajele, mai ales pentru sănătatea omului, sînt mari. Doctorul „vizualizează" interiorul organismului viu, fără intervenție chirurgicală, fapt ce conduce la identificarea organelor, țesuturilor, celulelor ce se abat de la starea normală și la precisa localizare.

Se așteaptă, ca pe viitor, cu ajutorul acestor mijloace să fie identificate și modificările chimice anormale ce prevestesc apariția bolii.

„Biofizica, datorită faptului că utilizează tehnicile experimentale cele mai avansate și rigoarea cadrului conceptual fizico-matematic, reușește să pătrundă în intimitatea profundă a fenomenelor biologice, situîndu-se în avangarda progresului contemporan al științelor vieții" (D. G. Mărgineanu, *Biofizica*, p. 88).

BIONICA

Bionica a apărut ca știință în a doua jumătate a sec. XX, datorită preocupării oamenilor de știință, dornici să cunoască mecanismele funcționale caracteristice ființelor vii și pe baza acestei cunoașteri, să se inspire și să înfăptuiască aparaturi tehnice folositoare omului.

Obiectul ei îl formează studierea structurii și principiilor de funcționare a organismelor vii, pentru a crea mașini, aparate, mecanisme și procese tehnologice cu însușiri apropiate de acelea care sînt caracteristice sistemelor biologice.

Sectoarele în care acționează bionica sînt numeroase și rezultatele obținute contribuie la mărirea posibilităților omului de a pune în slujba sa fenomene și obiecte din natură.

Sistemul nervos este acela care vehiculează și prelucrează materialul informativ. Pentru cunoașterea mecanismelor ce se desfășoară într-un asemenea sistem s-a abordat studiul celulei nervoase, a neuronului. Pentru aceasta s-au creat neuroni analogici, concepuți logic (la noi Ed. Nicolau și C. Bălăceanu) sau tehnic. Descifrarea funcționării neuronului, care nu e o simplă piesă a sistemului nervos, ci un ansamblu capabil să recepționeze un număr infinit de semnale, să rețină numai pe cele care-i convin, ar duce la cunoașterea funcțiunilor creierului (memoria, învățarea ș.a.), precum și la perfecționarea mașinilor electronice de calcul, la realizarea „creierului artificial".

De la neuronii artificiali disparați s-a trecut la asamblarea lor obținîndu-se rețele neuronale.

Perceptonul este un dispozitiv bionic, rezultat din ansambluri neurale, capabil să recunoască obiecte, sunete, forme, deci să execute funcții logice.

Artronul are o capacitate mai mare de recunoaştere, reţine 16 stări şi este folosit în comanda automată a aparatelor ce zboară în Cosmos.

Neuristorul este un dispozitiv capabil să execute operaţiuni logice în maşinile electronice de calcul.

Rezultate interesante s-au obţinut prin studierea receptorilor şi analizatorilor la animale.

Pe baza studiului ochiului omului s-a realizat un dispozitiv capabil să perceapă imagini, să facă măsurători şi să transmită informaţii, şi va fi utilizat de navele cosmice îndreptate către Marte, Venus ş.a.

S-a creat un model electronic, pe baza studiului ochiului la peştele spadă, care are proprietatea de a intensifica contrastul dintre marginile obiectului privit şi mediul înconjurător, cu aplicaţii în funcţionarea canalelor de televiziune, în sistemele ce recepţionează fotografii din Cosmos.

După modelul ochiului de broască de lac s-a creat dispozitivul numit *retrinatron*, compus din celule foto-electrice şi neuroni artificiali, care percepe imagini, face măsurători, transmite informaţii şi are aplicaţii la navele cosmice.

Musca vie este o parte componentă într-un aparat cu structură electronică, menit să detecteze şi să dea alarma în cazul creşterii concentraţiei gazului grizu în mine. Doi electrozi sînt instalaţi în ganglionii cerebrali la muscă — ei semnalizează prezenţa gazelor — şi semnalele electrice sînt transmise la un aparat care selectează impulsurile electrice şi declanşează alarma.

Studiul balansierelor la muscă a uşurat construirea giroscoapelor.

Analizatorul acustic al meduzei recepţionează oscilaţii infrasonice de 8—12 herţi, fapt ce dă posibilitatea de a presimţi declanşarea furtunii cu mult timp înainte. Descifrarea acestui fapt a dat posibilitate cercetătorilor din Moscova să realizeze un aparat care să determine

forţa şi direcţia furtunilor, cu 15 ore înainte de dezlănţuire.

Albatrosul este singura pasăre care bea apa de mare. Pasărea este înzestrată cu o glandă care se găseşte în cioc şi are proprietatea de a reţine toate sărurile care se găsesc în apa de mare şi de a le expulza pe loc: în corp intră numai apa desalinizată. Construcţiile de desalinizare, care funcţionează în prezent, sînt foarte costisitoare. Descoperirea mecanismului folosit de albatros va indica o cale economică.

Scorpionul, potrivit datelor experimentale, suportă o iradiere de 80 000 röntgeni şi moare numai după dublarea iradierii, pe cînd omul îşi pierde existenţa la o iradiere de 600 röntgeni. Mecanismul este în curs de cercetare.

Cercetările asupra picioarelor păianjenului au condus la construirea de maşini cu „picioare hidraulice", folosite în construcţia tunelurilor.

Constructorul sovietic A. F. Nicolaev — pe baza mersului pe zăpadă al pinguinilor —, a construit o maşină capabilă să se deplaseze pe zăpadă.

Pentru găsirea de mijloace de deplasare submarină şi mai eficace, se studiază cu asiduitate înotul peştilor şi în special al delfinului, iar pentru zborurile aeriene, se insistă asupra zborului la insecte.

Descifrarea orientării animalelor ar aduce o preţioasă contribuţie în orientarea marină, submarină, aeriană şi cosmică.

Construcţiile au împrumutat şi ele din secretele naturii. Teatrul din Dakar are forma unei coji de ou. În prealabil, s-a studiat structura oului şi în special rolul părţii calcaroase şi al membranei interioare.

În Anglia s-a proiectat o construcţie cu 850 etaje, cu înălţimea de 3 200 m, care are forma de tulpină cu ramuri etajate, iar temelia are forma rădăcinilor la arbori şi ar pătrunde pînă la 150 m.

Realizările de pînă acum, precum și perspectivele, îndreptățesc pe I. Guberman să afirme: „Opera omului ajunsă la un nivel ridicat se situează lîngă opera naturii; este un drept cîștigat în lupta dîrză. Evoluția a bîjbîit milioane de ani, în timp ce omul nu a putut să consacre operei sale decît cîteva secole. Era bionicii abia începe" *(Bionica)*.

BIOINGINERIA

Ingineria, după explicațiile *Dicționarului Explicativ al Limbii Române*, presupune o specializare prin pregătirea superioară, care să confere calitatea de a organiza și conduce procesele tehnologice dintr-o întreprindere, acestea fiind de multe profiluri.

Se poate organiza și „clădi" și în domeniul științelor biologice? **Bioingineria,** disciplină nouă a științelor biologice, *al cărui obiect de cercetare este reorganizarea materialului genetic al unui organism dat sau introducerea de gene de la o specie la altă specie*, răspunde afirmativ. Astfel de cercetări se bazează pe cuceririle biologiei moleculare și mînuiesc gena, fragmente de cromozomi sau cromozomi întregi.

Foarte frecventă este folosirea termenului de inginerie genetică. C. Maximilian definește ingineria genetică „ca acțiunea de integrare de gene străine într-un organism oarecare sau reorganizarea materialului genetic al unui organism dat. Genele străine pot aparține aceleiași specii sau la specii deosebite".

V. Săhleanu prin ingineria genetică înțelege „intervenția deliberată a omului, pe baza cunoștințelor științifice (nu empirice) despre ereditate, asupra genomului".

„Bioingineria cercetează posibilitățile de modificare a celor mai mici unități materiale ale eredității organismelor (genele)" (P. Raicu).

În efectuarea activităților de bioinginerie nu este folosit bisturiul sau o rază laser, ci *plasmidele*, „acele formațiuni de ADN, cu capacitatea de a se replica, fără să se integreze în cromozomul bacterian", anumite *virusuri* și *enzimele de restricție*, care au însușirea de a apăra celula de orice ADN străin și tot cu ajutorul lor se poate „tăia" dublul filament ADN în părți de 4—8 nucleotide.

În cercetările desfășurate sînt folosite mai multe metode.

1. *Metoda transferării* care constă în transferarea de gene, de la o celulă la alta, fără intermediar. „Primele cercetări de inginerie genetică s-au realizat încă în anul 1944, cînd s-a reușit transferul artificial al unor gene de la un tip de pneumococi la altul, prin intermediul ADN" (O. T. Avery, M. C MacLeod și Mac Carty) (P. Raicu — *Genele și ingineria genetică*, p. 17).

2. *Transducția* este tot o transferare de gene de la o celulă la alta, dar cu ajutorul unui virus.

3. *Chirurgia cromozomială* folosește transferul unui cromozom întreg sau numai fragmente de cromozom. Transferul unui cromozom întreg prezintă inconvenientul că, pe lîngă genele valoroase, se pot transmite și gene dăunătoare.

„Primele cercetări în această direcție au fost făcute de geneticianul J. G. O. Mara (1940) care a elaborat o metodă de combinare a caracterelor a două specii prin transferul unuia sau mai multor cromozomi de la o specie la alta" (P. Raicu).

S-au obținut cariotipuri noi, la unele plante de cultură (grîul); la viermele de mătase a fost translocat un mic segment cromozomial, ce determină culoarea neagră a ouălor, pe cromozomul Y care se găsește

numai la femele. Din ouăle de culoare albă se vor naște numai masculi, care sînt mult mai productivi, în comparație cu femelele. Separarea ouălor după culoare se efectuează cu ajutorul unei celule fotoelectrice.

Un alt domeniu al ingineriei genetice îl constituie obținerea de *himere la plante și animale* (himere sau mozaicuri genetice prin care coexistă în cadrul aceluiași organism, țesuturi diferite genetic). Încă în anul 1930, geneticianul german Erwin Baur a obținut astfel de himeră între două specii de pomi fructiferi, *Crataegus monogina* și *Mespilus germanica* denumită *Crataegomespilus asnieresii* și care prezintă caractere intermediare (P. Raicu).

Experiențele cu șoareci au condus la obținerea de himere — deci și în domeniul animal — prin combinarea blastomerelor a doi embrioni diferiți genetic, de exemplu, unul de la un șoarece alb și altul de la un șoarece de culoare neagră.

„Probabil că în viitor această metodă va putea fi folosită în laboratoare pentru crearea unor organisme vegetale și animale, utile din punct de vedere economic" (P. Raicu).

Multe cercetări de genetică au contribuit la fundamentarea bioingineriei ca știință.

J. Beckwit și colaboratorii, de la Universitatea Harward (SUA), în 1969, izolează pentru prima oară o genă, experimentînd cu bacteria *E. coli*, prin transducție și sexducție.

Artur Kornberg, laureat al Premiului Nobel, realizează sinteza ADN unui virus mic, al cărui cromozom circular, format din ADN monocatenar, era constituit din secvența a 5 360 nucleotide (1968).

Cercetările efectuate de G. Khorama și colaboratorii, în anul 1970, au ca urmare, pentru prima oară, sinteza artificială a unei gene de drojdie de bere, care este formată dintr-un segment de ADN avînd o secvență de 77 nucleotide.

Howard Temin, laureat al Premiului Nobel, de la Universitatea Wiscosin (SUA) „a descoperit că unele ribovirusuri (virusuri la care cromozomul este alcătuit din ARN) sînt capabile să determine în celula respectivă sinteza unui ADN cu ajutorul căreia se replică" (P. Raicu).

Geneticianul A. Efstadiatis în colaborare cu un colectiv de la Universitatea Harward (SUA) sintetizează artificial genele care participă la formarea hemoglobinei la iepure (1970). Aceasta a constituit prima sinteză artificială a unei gene la mamifere.

În cadrul Institutului de Chimie Organică și Biochimie din Hamburg, o echipă condusă de dr. Hubert Köster, în urma cercetărilor care au durat trei ani a sintetizat „gena umană care determină sinteza unui hormon, angiotensina II, ce intervine în reglarea tensiunii arteriale și contracției musculaturii netede."

W. Arber, D. Nathan și H. Smith, în 1978, primesc Premiul Nobel „pentru descoperiri de o deosebită importanță pentru genetică, referitoare la enzimele de restricție și utilizarea acestora în domeniul geneticii moleculare".

Și enumerarea ar putea continua.

Demn de subliniat este și faptul că aceste cercetări de inginerie genetică au trecut „din laboratoarele universitare în uzinele giganților industriali", luînd naștere o adevărată *industrie a genei*.

În SUA, în 1974, R. Swanson, chimist, pune bazele unei întreprinderi denumită „GENENTECH", întreprindere care își propune să utilizeze, în exclusivitate, tehnicile ADN recombinat, în scopul obținerii de produse noi. Ea ocupă primul loc pe plan internațional. Îi urmează societatea „BIOGEN", cu sediul în Elveția, înființată de cinci state apusene, dar și cu participarea

de capitaluri americane și canadiene. Locul al treilea este ocupat de o altă societate din SUA, denumită „GENEX". În Franta, în 1980, ia ființă „GRUPUL DE GENIU GENETIC" (G3)m pentru cercetări referitoare la hormoni, vaccinuri, enzime, biofertilizanți, cercetări ecologice. În URSS, în Japonia și în alte state au luat ființă asociații al căror obiectiv este ingineria genetică.

În 1977, pe baza contractelor încheiate de întreprinderea „GENENTECH", cu două centre de cercetări medicale din California, pentru folosirea manipulațiilor genetice, se anunță obținerea hormonului *somatostatină*.

În 1978, aceeași întreprindere, cu același colectiv, a reușit să grefeze gena insulinei umane într-o plasmidă a bacteriei *E. coli* și aceasta devine capabilă să producă insulină asemănătoare cu aceea produsă de organismul uman.

În 1979, pe baza unui contract cu o filială californiană o societate suedeză, A. B. KABI — aceasta fiind prima unitate care a obținut hormonul de creștere la oameni, H.G.H. (Human Growth Hormone), din cadavre, dar în cantități mici — a produs acest hormon, prin folosirea ingineriei genetice. Pe baza cercetărilor efectuate au obținut hormonul de creștere cu ajutorul bacteriei *E. coli*. Hormonul a fost testat pe animale și om.

Tomozina alfa, substanță antivirală, a fost obținută în laboratoarele GENENTECH (1979), tot prin manipularea bacteriei *E. coli*. În mod natural, tomozina este produsă de timus. În 1980, aceeași firmă anunță că a obținut *preinsulina* care constituie materia primă la fabricarea insulinei industriale. Tot ei, pe baza unui contract cu firma farmaceutică Hoffman-Laroche — prima se obligă să producă, și a doua să comercializeze — prepară interferonul, supranumit „mina de aur a industriei farmaceutice". Interferonul este o substanță naturală ce se găsește în sînge, și care determină celulele să sintetizeze substanțe antivirale și să oprească reproducerea virusurilor. Au fost obținute două tipuri de interferon: de tip leucocitar și de tip fibroblastic.

Cercetătorii finlandezi, prin metode proprii, au obținut 400 mg interferon, prin folosirea a 45 000 l sînge uman.

Metoda manipulării genetice a bacteriei *E. coli* este de 200 de ori mai productivă și interferonul produs este de 200 de ori mai ieftin decît cel finlandez.

Cercetătorul A. M. Chakrabarty, din cadrul firmei General-Electric (SUA), posedă „brevet de invenție a unei ființe vii", o bacterie inventată în laborator, numită „mîncătoare de petrol", ființă ce nu există în mod natural și este folosită în combaterea mareelor negre.

Ca „mașini" sau „aparate" de producție ea (ingineria genetică, n.n.) folosește organisme sau organite celulare: bacterii, ciuperci, celule vegetale sau animale, mitocondrii, plastide sau biocatalizatori, cum sînt enzimele" (T. Crăciun, *Genetica și societatea*).

Prin folosirea tehnicilor de inginerie genetică în agricultură se vor crea forme noi de plante și animale. Medicina se îmbogățește cu terapia genetică. Industria fermentativă, alimentară și farmaceutică „vor beneficia din plin de prognozele ingineriei genetice, în special în ce privește obținerea unor microorganisme capabile să producă proteine, vitamine, hormoni, antibiotice și alte substanțe biologic active" (P. Raicu, *Genele și ingineria genetică*, p. 102).

Beneficiara aportului adus de bioinginerie este și industria alimentară. Cu ajutorul bacteriilor *Baccilus subtilis* și *Bacillus licheniformis* se obțin „enzime amilolitice termostabile și proteolitice", iar specii din genul

Streptomyces „produc glucozizomeraza" (miere artificială), folosită la prepararea siropurilor.

Mucegaiurile *Aspergillus* și *Penicillium* produc enzime de zaharificare a amidonului; proteozele sînt utilizate în industria cărnii, în industria sucurilor și în vinificație.

Drojdiile sînt folosite în industria spirtului și la obținerea de proteine alimentare, vitamine din complexul B și enzime: investaza, lactoza.

Ciupercile superioare, cu pălărie, cultivate în bioreactoare „produc un miceliu cu valoare alimentară deosebită".

Unele alge, de exemplu *Spirulina*, cultivată în condiții adecvate, produce o substanță folosită „mai ales în tratamentul unor afecțiuni, în industria cosmetică, precum și ca aditiv în industria alimentară".

Pentru executarea acestor operații se desfășoară activități de concepție, proiectare și execuție a utilajelor necesare, a bioreactoarelor.

„La I.C.A. București au fost proiectate și realizate, în colaborare cu I.C.P.E. București, bioreactoare pentru culturi submerse, denumite de noi BIOFOR și bioreactoare pentru culturi solide-semisolide, denumite MICROGERM, cu un pronunțat caracter de noutate, ceea ce a permis brevetarea lor la O.S.I.M." (Gh. Mencinicopschi, *Biotehnologia și industria alimentară*, Știința și Tehnica nr. 7/1984).

Se poate afirma, cu deplin temei că bioinginerie este „trenul cel mai rapid și promițător al acestui sfîrșit de secol".

BIOTEHNICA

Doctorul în științe C. Maximilian, de la Institutul de Endocrinologie „C. I. Parhon", în cartea sa *Speranțe pentru mai tîrziu* (1983), sub titlul *Omul parțial artificial*, afirmă: „Biotehnicienii de pretutindeni susțin că medicina se găsește în pragul unei ere revoluționare. După părerea lor, medicina de mîine va renunța să mai trateze tulburările cronice înlocuind organele defecte cu organe artificiale. Uzinele viitorului vor produce în serie, organe de schimb ... inimi ... plămîni ... ficat ... pancreas și bineînțeles membre cu totul similare membrelor naturale".

Deci o nouă știință — **biotehnica** — *are drept scop asigurarea activității organismului viu, la care a intervenit un factor degradator, prin crearea de organe artificiale, care să înlocuiască pe acelea ce nu-și mai pot îndeplini funcția.*

Obiectul ei de cercetare nu poate fi confundat cu bionica (studiază structuri și principii de funcționare ale organismelor vii, pentru a crea aparate, mecanisme și procese tehnologice cu însușiri apropiate de acelea care sînt caracteristice sistemelor biologice) și nici cu bioingineria (urmărește reorganizarea materialului genetic).

Organ artificial ... „În sens larg, termenul cuprinde toate protezele implantabile sau extracorporale, care permit fie înlocuirea activă sau pasivă, temporară sau permanentă a uneia sau mai multor funcții ale organismului deficitar" (V. Domănțeanu, *Organele artificiale „piese de schimb" pentru om*, Știința și Tehnica nr. 3/1980).

Autoarea face și o clasificare a acestora.

1. Organe artificiale de susținere mecanică: protezele osoase, cuie și plăci corectoare de fracturi, proteze de articulații sau tendoane, teci pentru regenerarea axonilor pentru ameliorarea de tulburări nervoase.

2. Proteze de conducere, cu rol în asigurarea circulației fluidelor, cum sînt: protezele de artere, de vene, valve, ventricule, vase mici, inimi artificiale.

3. Organe artificiale menite să înlesnească efectuarea de schimburi de substanțe între organism și mediul înconjurător: plămîn artificial, rinichi artificial, ficat artificial.

4. Grupa protezelor de informație „al căror rol este acela de a aduce organismului un semnal pe care acesta nu-l mai poate percepe el însuși", cum sînt: stimulatorul cardiac, stimulatorul diafragmei, stimulator al sinusului carotidian, stimulator al sfincterului vezicii urinare.

În Franța, Pierre Rabischong a conceput și construit o mînă foarte asemănătoare cu mîna naturală, care ascultă de ordinele creierului. În construcția ei intră un microprocesor, care primește instrucțiuni de la creier și le transmite degetelor și acestea retransmit microprocesorului „senzații".

Tot el a construit, pe aceleași principii, o mașină de mers destinată paraliticilor, care acționează electronic — nu împinsă de însoțitor — deci o ușoară ieșire din imobilism. Am reținut că unele din aceste mașini asigură deplasarea în poziție verticală.

În Japonia au fost construite mîini artificiale care acționează la comanda vocii omului și execută comenzi pentru care au fost programate (de ex., ia cartea, pune-o pe masă etc.).

Din material plastic au fost construite urechi artificiale, foarte asemănătoare cu urechea naturală, dar, în prezent, au rol ornamental. Biotehnicienii se străduiesc să construiască o ureche artificială care să acționeze la ordinele creierului, deci să fie capabilă de a participa la furnizarea de senzații auditive.

Rinichiul artificial — aflat în afara organismului — este folosit în intervenții chirurgicale și menținerea în „viață cvasinormală". În anul 1979 beneficiau de rinichi artificiali, 100 000 de oameni.

A fost creat și un pancreas artificial — situat în exteriorul organismului — cu rol în normalizarea cantității de insulină în organism,

Se depun eforturi pentru a crea o inimă artificială, de mic volum, cu sursă de energie proprie, care să poată fi plantată în organism și să permită deplasarea individului. Se folosesc, cu rezultate bune, stimulatoare cardiace. După un timp, funcționarea lor slăbește și este necesară o nouă intervenție chirurgicală, pentru plantarea unui nou stimulator. S-au creat valve pentru inimă și artere artificiale.

Biotehnicienii au în programul lor construirea de aparatură care să înlocuiască plămînii. Acest „plămîn" va fi introdus în cavitatea toracică și-n felul acesta va asigura și mobilitatea pacientului. Cu ajutorul „plămînului miniatural", creat de cercetătorii japonezi, mulți suferinzi supraviețuiesc.

Pentru confecționarea acestor dispozitive este nevoie de materiale specifice, de biomateriale.

Se depun eforturi pentru a se obține piele semiartificială, „un hibrid de țesuturi animale — țesuturi și proteine — și umane". Se va rezolva problema înlocuirii țesuturilor care au suferit arsuri.

Se caută materiale cu structură apropiată de a osului uman, pentru remedierea diferitelor defecțiuni care se produc în sistemul osos.

S-au obținut dinți și maxilare artificiale, dar nu s-a reușit obținerea de materiale care să nu fie respinse de organism.

În ceea ce privește sîngele artificial, în Japonia, în premieră, s-a obținut sînge artificial care conține fluorocarbon și este folosit pentru transfuzii, în cazuri de extremă urgență. Acesta prezintă inconvenientul că transportă o cantitate mică de oxigen — 100 ml de fluorocarbon transportă 1 ml de oxigen, pe cînd sîngele natural, prin 100 ml transportă 20 ml oxigen. S-a

încercat corectarea acestui neajuns, prin introducerea de hematii sintetice în sîngele artificial care să îndeplinească rolul globulelor roşii.

Se fac şi anticipaţii . . . Un ochi artificial care va avea o cameră de luat vederi fixată în ochelari şi electrozi fixaţi în creier.

„Vom folosi tot ceea ce se poate folosi pentru a salva sau prelungi viaţa bolnavilor. Sau pentru a transforma viaţa unui handicapat într-o viaţă demnă de a fi trăită". (C. Maximilian).

GNOTOBIOLOGIA

Organisme care să-şi desfăşoare activitatea fără nici un fel de relaţii, directe sau indirecte, cu mediul, nu există în natură. Unele organisme găzduiesc microorganisme şi în multe cazuri nu le produc tulburări funcţionale. Se studiază, experimental, pe baza cunoaşterii amănunţite a microorganismului şi a gazdei, interacţiunea dintre ele. Pentru lămurirea proceselor ce au loc în asemenea cazuri, s-a constituit o nouă disciplină.

Gnotobiologia *studiază organismele aflate în situaţia de a fi complet izolate de influenţa microorganismelor (adică în stare de gnotobioză), precum şi organismele purtătoare de microorganisme introduse experimental.*

După cum reiese din definiţie, organismele pe care le studiază această nouă ramură a biologiei, se împart în două categorii:

a — organismele *germ-free*, despre care se presupune că nu conţin nici un fel de microorganisme;

b — organismele *gnotoforice*, despre care ştim că poartă unul sau mai multe microorganisme, introduse de experimentatori, în vederea studierii interacţiunilor.

Termenul germ-free este sinonim cu *steril* care se foloseşte în microbiologie şi *axenic* (lipsit de străini), utilizat în cercetările cu nevertebrate.

Un exemplu de germ-free este o cultură pură de bacterii, în absenţa virusurilor; iar inocularea unui animal socotit germ-free cu un microorganism cunoscut pentru cercetarea influenţelor reciproce este un exemplu de organism gnotoforic.

Două au fost ideile de bază în jurul cărora s-au acumulat materialele care au fundamentat gnotobiologia: există viaţă fără bacterii? şi viaţa animalelor superioare şi a omului este posibilă fără microorganisme?

În domeniul plantelor s-au obţinut alge sterile (ex., grupa *Chlorophyta* ş.a.), şi se continuă experimentarea pentru obţinerea de seminţe, ţesuturi şi organisme întregi. Botaniştii folosesc rezultatele obţinute la explicarea unor probleme de fiziologie, de metabolism şi de formarea unor tumori. În condiţii germ-free s-au selecţionat parameci, planarii, melci, insecte (ex., *Drosophila melanogaster*). Prin folosirea peştilor mici, vivipari (condiţiile de perfectă sterilitate au pornit de la ouăle depuse) s-au creat peşti germ-free. Rezultate concludente s-au realizat cu puii de găină, de curcă şi pe cobai.

„Animalele germ-free furnizează o sursă ideală de material pentru culturi de ţesuturi şi organe sterile, utile în studii de nutriţie, genetică şi de interrelaţii celulare". (Natura, Nr. 8/1970).

Este de reţinut faptul că gnotobiologia nu urmăreşte găsirea mijloacelor de expulzare a microorganismelor din corpul macroorganismelor, ci obţinerea de organisme în viaţa cărora să nu participe nici un tip de microorganism. În această direcţie se folosesc: procedeul germ-free, regim alimentar steril, creşterea în condiţii deosebite, compararea cu indivizi martori ş.a.

Ce semnificație biologică au cercetările din cadrul gnotobiologiei? Experimentările cu animale germ-free și gnotofore conduc la lămurirea unor probleme esențiale, cum sînt: influența microorganismelor asupra individului gazdă; legăturile ce se stabilesc între aceste două grupe de indivizi; relațiile dintre diferitele tipuri de microorganisme, care se găsesc în același individ gazdă.

O constatare importantă este aceea că microflora are influențe pozitive asupra individului gazdă, se participă la formarea unor vitamine, se întărește posibilitatea de apărare a organismului, este stimulată dezvoltarea normală a unor organe.

Experimentul germ-free, prin faptul că înlătură influența bacteriilor, creează posibilitatea identificării și a altor cauze care duc la îmbolnăvire (genetice, fizice, sociale).

Se vor putea descifra unele mecanisme de autoapărare.

Simbioza își va găsi o explicație științifică.

Dacă prin germ-free se înlătură influența bacteriilor, se vor putea stabili, cu mai multă ușurință, influențele virusurilor.

Chirurgia experimentală poate folosi cu succes tehnologia germ-free.

„Una dintre cele mai pasionante aplicații ale tehnicilor germ-free o constituie studiul originii vieții. Deoarece actualmente s-a realizat sinteza abiogenă a unor compuși chimici, următorul pas este evident acela al asamblării lor într-un sistem care să manifeste mecanismele și natura vieții. În acest stadiu vor fi necesare tehnici germ-free de cel mai înalt nivel, cu scopul de a dovedi că organizarea obținută în urma sintezei nu derivă din celule vii". (V. Herlea, *Gnotobiologia*, „Natura", nr. 6/1970).

În zborurile interspațiale, gnotobiologia își aduce contribuția sa, prin ferirea de contaminare, pe baza tehnicilor germ-free, a obiectelor lansate spre diferite planete, precum și la evitarea unei posibile contaminări a pămîntenilor cu microorganisme neexistente pe Pămînt. Pentru a cerceta existența sau absența unor microorganisme patogene, în praful selenar, s-au folosit șoareci „germ-free".

În țara noastră, la Institutul Pasteur din București s-au obținut «primele nuclee de păsări, așa-numite „specific pathogen free" (libere de agenți patogeni specifici)» de către colectivul condus de dr. I. V. Pătrașcu de la Institutul „I. Cantacuzino".

În cadrul aceluiași institut s-a organizat Laboratorul de Gnotobiologie unde se obțin „prin naștere aseptică și se cresc artificial — în condiții de izolare sterilă sau cu contaminanți cunoscuți — unele specii de mamifere: cobai, purcei, miei".

Pe astfel de animale germ-free se experimentează cu virusuri cunoscute, se testează seruri, se detectează agentul provocator al unei boli ș.a.

„Am putut astfel controla biopreparate, tulpini vaccinale. Utilizînd animale gnotobiotice putem afla cu precizie ce microorganism, ce virus a cauzat o boală și să realizăm serul și vaccinul împotriva lui" — declară dr. Marius Pîrvulescu din cadrul amintitului laborator.

Rezultatele obținute și cele ce se întrevăd pun în evidență marea importanță teoretică și practică a obiectului acestei științe noi.

BIOCIBERNETICA

Fondatorul ciberneticii, Norbert Wiener, socotește **cibernetica** *domeniu al teoriei comenzii și comunicației*

în mașini și organisme vii. Termenul de cibernetică este luat din limba greacă și înseamnă conducerea corăbiei, priceperea cîrmaciului, a chivernisi, deci știința pilotajului, a guvernării, a conducerii.

Edmond Nicolau o definește ca „știința conducerii sistemelor tehnice și biologice" *(Cibernetica și omul)*.

Emil Niculescu-Mizil adoptă o formulare mai analitică — „Cibernetica este știința transmiterii, memorizării și prelucrării informației, a reglării, conducerii și organizării generale a sistemelor interconectate" *(Cibernetica și aplicațiile ei în tehnică și economia industriei)*.

Cercetătorul bulgar Ivan Nicolov arată că ea acționează la punctul de intersecție dintre matematică, biologie, logică, teoria reglării automate și teoria comunicațiilor și a modelării; nu se confundă cu nici una din ele, dar acționează în cîmpul gravitațional al fiecăruia *(Cibernetica și economia* — traducere).

Este edificatoare aprecierea făcută de R. Bittman că: „. . . printr-un paradox curios, cu cît se vorbește mai mult despre cibernetică, cu atît mai puțin noțiunea pare să aibă același înțeles pentru toată lumea".

a. Cibernetica este considerată o teorie matematică foarte complicată sau numai o tehnică a automatelor;

b. Ea reprezintă mașinile electronice de calcul sau bazate pe teoria informației.

c. Sînt cercetători care o definesc ca știință care studiază analogiile existente între mașini și științele vii;

d. În fine, sînt și păreri care „asociază cibernetica cu o lume fantastică a viitorului, caracterizată prin roboți și creiere artificiale („Cibernetica și biologia").

„Nou și hotărîtor în cibernetică nu este numai aparatul matematic, ci mai ales ideea identității transmisiei prelucrării informațiilor în diferite sisteme. Acestea sînt, pe de o parte ființele vii, pe de altă parte mașinile automate. În ambele transmisia și prelucrarea informațiilor sînt analoage și se supun acelorași legități" (Nicolae Mihai, Mircea Rusu — *Ce este cibernetica?*, pag. 7).

Pentru a înțelege modul cum acționează cibernetica este necesară familiarizarea cu principalele categorii cibernetice (principii cibernetice).

Sistem este acea totalitate de elemente, care aflîndu-se în relații de interdependență, constituie un ansamblu organizat. Un sistem cibernetic are ca proprietăți:

— autoreglarea care se realizează prin conexiune inversă și prin homeostază;

— trăsături probabilistice, care se studiază cu ajutorul statisticii matematice și a teoriei informației;

— complexitate foarte mare, pentru descifrarea căreia se folosește „cutia neagră", care este „un model extrem de general al unui sistem extrem de complex, al cărui conținut este total inaccesibil observației noastre".

Informația este „un mesaj mai mult sau mai puțin cuprinzător despre evenimentele (fenomenele) care au avut loc, au loc sau vor avea loc într-un sistem biologic sau tehnic" (P. Raicu — *Genetica*).

O informație este înregistrată, conservată, transmisă, printr-un sistem de comunicații în care se folosește codificarea (semnalele Morse, alfabetul, ADN și ARN), potrivit unui program.

Conexiunea inversă (feed-back, aferentație inversă, retroacțiune) este caracteristică sistemelor închise sau de reglaj automat „prevăzute cu un transport de informație, de la ieșire spre intrare, prin care se compară efectul produs cu mărimea de intrare" (E. Bittman). Aceasta poate fi de două feluri: conexiune inversă pozitivă și conexiune inversă negativă. Sistemele biologice automate au la bază feed-back-ul negativ.

Algoritmul este o succesiune de operații ce se cer efectuate pentru a se obține un anumit rezultat.

Model înseamnă un dispozitiv tehnic a cărui funcționare este bazată pe un sistem de ecuații identic cu

sistemul de ecuații care descrie un anumit fenomen ce se cere studiat. În 1970, cercetători japonezi au creat un model pe baza căruia au obținut, din carbon și fluor, sînge artificial.

Cod este corespondența a două serii de semne, de exemplu, între o literă și o cifră, alfabetul Morse, codificarea senzației nervoase ș.a.

Este bine să reținem și ce este esențial în cibernetică:

— știința informației;
— teoria algoritmilor;
— teoria automatelor.

Ce comuniuni s-au stabilit între cibernetică și biologie? Jaques Guillaumaud, în lucrarea *Cibernetica și materialismul dialectic* răspunde: „Poziția ei privilegiată la răscrucea diferitelor științe și ramuri tehnice, face să se îmbogățească în contact cu ele și să le furnizeze totodată elemente, modele, respectiv metode".

M. Wilkins, F. Crik, J. Watson concep astfel modelul ADN-ului și ajung la stabilirea structurii acestuia. D. Ende (embriolog), și J. Lau (specialist în calculatoare electronice) au „creat" un model de embrion cibernetic foarte apropiat de embrionul biologic, pentru a putea descifra unele procese biologice, care altfel nu puteau fi studiate.

Prin folosirea modelului matematic sau fizico-matematic s-a trecut la studierea sistemului nervos central, a circulației informației în sistemul nervos, la stabilirea modului cum se face recepția, codificarea, transmiterea, prelucrarea, integrarea și stocarea acesteia, precum și finalizarea eficientă.

S-au construit dispozitive electromecanice care funcționează potrivit principiilor care guvernează materia vie.

Pentru medicină s-au construit dispozitive care fac prelucrarea automată a datelor medico-biologice, care să conducă la stabilirea diagnosticului.

Încadrarea și explicarea cu termeni cibernetici a unor procese biologice constituie obiectul de studiu al biociberneticii.

„Prin cibernetică biologică (E. Bittman) înțelegem în primul rînd o concepție metodologică și anume aceea de a analiza recepția, codificarea, transmiterea, prelucrarea, integrarea și stocarea informației, precum și finalizarea fluxului informațional într-o comandă, pentru o acțiune adecvată, coordonată, eficientă".

Modelarea unor funcții biologice, construirea unor dispozitive electromecanice, plecînd de la principiile ce guvernează materia vie, folosirea calculatoarelor electronice în prelucrarea unor date ale materiei vii sînt socotite aplicații ale ciberneticii la biologie, nu constituie esența biociberneticii.

Același cercetător apreciază că ciberneticienii s-au lăsat atrași de analogiile existente între funcționarea sistemului nervos și aceea a calculatorului electronic și de posibilitățile — oferite de anatomo-fiziologia sistemului nervos — de cercetare fizico-matematică și s-au preocupat în măsură redusă de analiza aspectului cibernetic al mecanismelor homeostazice ale organismelor.

În toate compartimentele funcționale ale organismelor vii există un permanent reglaj, care conduce la o stare de echilibru și asigură normala sa funcționare. Acesta este procesul homeostaziei. „În sensul cel mai larg, noțiunea de homeostazie include procesele fiziologice coordonate care mențin stările de echilibru din organism; iar într-un sens mai restrîns, prin homeostazie se înțelege menținerea unor condiții constante ale mediului intern, funcție la care contribuie în mod esențial organele și țesuturile organismului" (E. Bittman).

Sistemele biologice sînt sisteme autoreglabile și reglabile. „Aceste sisteme automate de reglaj, în care intrarea este în permanență «ajustată» în funcție de ieșire, poartă numele de «*servomecanisme*».

Despre servomecanismele create de om, S. Guillaumaud, afirmă: „Servomecanismul este creat de om fie pentru a-l înlocui în anumite munci, fie pentru a-i furniza un anumit model al propriei sale ființe și a-i permite astfel să se cunoască mai bine. Nu este nimic uimitor în faptul că servomecanismul seamănă din ce în ce mai mult cu o ființă vie".

Servomecanismele biologice „. . . intervin tocmai pentru a menține constanți parametrii funcționali ai organismului; în funcționarea acestor mecanisme întîlnim, în majoritatea cazurilor, numai conexiunea inversă de tip negativ". Nu se creează modele, ci se încadrează mecanismele homeostazice în scheme cibernetice, pentru o mai bună înțelegere a funcționării „mașinii animale".

În acest mod sînt studiate: recepția și transmiterea codificată a informației prin intermediul sistemului nervos, homeostazia hidrică, homeostazia sangvină, reglarea automată a aparatului cardiovascular, servomecanismele reglării respirației pulmonare, ale procesului de nutriție, reglarea temperaturii corpului și a relațiilor endocrine.

Biocibernetica se găsește la început de drum. Prin folosirea de metode, modele și tehnici cibernetice, se va putea explica mecanismul de funcționare al acelor procese biologice care, în prezent, nu sînt pe deplin cunoscute. Un asemenea domeniu îl constituie memoria.

Subliniem faptul că biologia a primit de la cibernetică noțiuni, moduri de a gîndi și metode dezvoltate de tehnică.

BIOLOGIA INFORMAȚIONALĂ

Teoria generală a transmiterii și prelucrării informației aparține științelor matematice. Pentru ca să aibă loc transmitere și prelucrare de informație este necesară energia. Multe sisteme tehnice se caracterizează prin faptul că, prin construcție, pot să transforme un tip de energie în alt tip de energie (de ex., mașinile cu aburi, dinamurile etc.). Spre deosebire de acestea, sistemele informaționale, procesul de transformare a energiei, constituie mijlocul prin care se produc mai multe acte în lanț: *recepționarea, acumularea, prelucrarea și transmiterea informațiilor* (ex., mașinile electronice de calcul).

„Sistemele biologice sînt și ele sisteme informaționale. Ele sînt capabile să recepționeze informații de la sistemele înconjurătoare (mediul ambiant), să le prelucreze, să le acumuleze și să le transmită altor sisteme. Activitatea informațională a sistemelor biologice este aceea care determină, pe de o parte, integrarea lor în mediu, și, pe de alta, transformarea mediului" (N. Botnariuc, *Biologie generală*, pag. 50).

În organismele vii, energia îndeplinește două roluri: acela de a executa un lucru (mecanic, electric, osmotic, chimic etc.) și ca purtătoare de informații (Al. Săhleanu).

De cîteva decenii, teoria generală a informației matematice este folosită în explicarea sistemelor biologice. Se edifică *o nouă ramură a biologiei care folosește teoria informației matematice pentru explicarea și înțelegerea viului, denumită* **biologie informațională.** (S-a mai atribuit și termenul de *informatică biologică.*)

Ce se înțelege prin informație?

Creatorul teoriei informației matematice, Shannon, o socotea „. . . un mesaj despre evenimentele care au avut loc sau vor avea loc atît în exteriorul sistemului cît și

în interiorul lui." În biologie, de exemplu, „informația genetică este un mesaj despre structura unei molecule biologice, active, care, transmisă altei molecule biologice active, determină structura acesteia" (B. Stugren).

V. Săhleanu, comentînd definiția dată de Shannon, scrie: „Observăm că în modelul lui Shannon «informație» era ceea ce suprimă o incertitudine, deci ceea ce permite să se rezolve problema alegerii dintre mai multe «ipoteze» . . . ceea ce am propus noi nu pornește de la *informația despre ceva*, ci de la *legătura de tip informațional*. Pentru a fi mai bine înțeleși, vom preciza că numai o conexiune dintre fenomenele *A* și *B* ne poate furniza informații: despre *A*, prin mijlocirea lui *B*, despre *B* prin mijlocirea lui *A* . . . ceea ce numim *legătura de tip informațional LTI* este o formă specială de conexiune *fizică* între sisteme, putînd avea semnificație biologică, psihică, socială, tehnică etc., după context" *(Eseu de biologie informațională)*.

N. Botnariuc arată că transmiterea informației se face prin succesiunea de *semnale* (evenimente). Limbajul, scrisul, semnalele electrice luminoase, sonore, sînt semnale folosite de om, iar sunetul, culoarea, mișcarea, emiterea de semnale electromagnetice sau substanțe chimice, pot fi folosite de diferite grupe de animale drept semnale. Informația este legată de un *suport material* (scrisul, vorbirea, banda magnetică, unde radio) vehiculat de energie. *Mesajul* — informație transmisă — „nu depinde de energia cheltuită și nu poate fi confundat cu purtătorul lor material". Iată de ce „informația reprezintă doar o anumită *succesiune* de semnale, deci o *anumită organizare a semnalelor* și nu semnalele în sine . . . informația poate fi definită și ca schimbarea *acțiunii fizice a unui sistem, în spațiu și timp*, luată separat (desprinsă) *de purtătorul ei material*."

Informația se transmite în formă *codificată* (unde radio, electromagnetice, Morse), aceasta fiind specifică sistemului care transmite. Ea trebuie recepționată și *decodificată* de către un aparat de recepție, care o face inteligibilă, fără a modifica conținutul informației.

Din tehnică, ne gîndim la recepționarea undelor herțiene și descifrarea (decodificarea) în conferință, muzică etc.

Atît în sistemele tehnice cît și în cele biologice se iau măsurile necesare pentru ca să fie asigurată fidelitatea informației, prin înlăturarea *factorilor perturbatori, a zgomotelor*. În tehnică se folosesc diferite dispozitive, se repetă mesajul sau se folosesc mijloace de a-l face inteligibil (în telefonie, pentru a înțelege un nume propriu, pentru fiecare literă a cuvîntului se folosește un nume propriu). Atunci cînd mesajul are un surplus de informație, care nu-i îmbogățește conținutul, dar îi asigură fidelitatea, are loc fenomenul *redundanței* (exemplul cu telefonul).

Asemenea fenomen îl întîlnim și la sistemele biologice. „Numărul dublu al cromozomilor din celule, repetarea acestei garnituri în numeroase celule, repetarea mai mult sau mai puțin fidelă a genotipurilor în numeroșii indivizi ai unei populații sau specii, repetarea patrimoniului genetic al unei specii în multe populații, pot fi interpretate ca fenomene de redundanță, care măresc fidelitatea informației și, deci, asigură persistența speciei" (N. Botnariuc).

Fiziologia organelor de simț, activitatea nervoasă pot fi mai bine înțelese, dacă le explicăm prin teoria generală a transmiterii și prelucrării informației.

Biologia secolului nostru era în căutarea acestui „nou punct de vedere", afirmă Al. Săhleanu. În sprijinul acestei afirmații folosește două grupe de argumente: directe și indirecte.

a. De mai multe decenii, fiziologia se îndreaptă spre studiul funcțiilor de reglare, spre neurologie și endocrinologie, spre scheme integrative. I. P. Pavlov

introduce conceptul de „semnalizare" cu mult înaintea existenței neurociberneticii. P. K. Antohi, elev al lui Pavlov, propune pentru actul reflex, termenul de „aferentație inversă" (1935). Endocrinologia folosește de mult conceptul revoluționar de „mesager chimic".

b. Un argument indirect îl constituie criza din gîndirea biologică și medicală, care a dus la reînvierea „vitalismului".

„După cît se pare, cele mai convingătoare argumente pentru justificarea unei biologii informaționale le aduce *genetica*, deoarece în jurul geneticii moleculare se pot confrunta cel mai bine modalitățile *clasice* de abordare cu cele înnoitoare".

În concluzie, autorul apreciază că biologia nu poate fi decît informațională: „Biologia informațională nu se rezumă la cercetarea *aspectelor* informaționale ale organismului, ci încearcă să contribuie la edificarea unui model conceptual mai adecvat despre organismele vii, din care să rezulte un model mai clar de formulare și de soluționare a problemelor".

Afirmă, de asemenea, că „Aspectele informaționale ni se par, așadar, fundamentale într-o «structură» vie. De aceea, credem că este justificată oricînd o schiță *informațională* a oricărui sistem viu, iar un model *informațional* al organismului poate fi o bună călăuză în cunoaștere și acțiune".

C. Neacșu, în lucrarea *Informația biologică* (1982), prezintă aspectele ce caracterizează *informația biologică*, pe care o definește ca *„informația care însoțește și determină întreaga dinamică a proceselor din structurile vii"*.

La rîndul ei, informația „este o modalitate rațională a comunicării și legăturii omului cu mediul său extern și intern — o componentă (un aspect) a materiei, în general".

Pornind de la baza structurală elementară se disting mai multe nivele informaționale: informația atomică

și moleculară; informația biologică ce se desfășoară la nivelul fenomenelor biochimice; informația care se desfășoară la nivelul celular; informația nivelului de structură morfofiziologică-organismică; informația la nivelul substratului psihologic; informația interogativă.

Folosirea informaticii — disciplină ce conduce la o nouă gîndire științifică — în biologie, contribuie la o înțelegere mai profundă a aspectelor materiei vii și, sub aspect practic, la explicarea unor stări de patologie umană, patologie a informației biologice.

CRIOBIOLOGIA

Frigul este un bun conservant, fapt constatat și în unele activități obișnuite.

Paleontologia a descoperit animale din specii dispărute de mult, conservate de ghețurile care le-au prins și acoperit perioade lungi de timp.

Medicina și-a propus folosirea frigului ca agent terapeutic. De la observații simple, s-a trecut la cercetări sistematice referitoare la acțiunea frigului asupra materiei vii.

Cercetarea comportării materiei vii în condițiile temperaturilor scăzute constituie obiectul unei științe numită **criobiologia.** Numele vine de la cuvîntul grecesc „cryos", care înseamnă rece, temperatură scăzută. Mai sînt folosiți și termenii *criogenie* și *criologie*.

Interesante și spectaculoase sînt experimentele executate de diferiți cercetători.

Isama-Suda, de la Universitatea Kohe (Japonia), a detașat capul unei pisici, l-a supus congelării și l-a păstrat timp de șapte luni la temperatura de —20°C; apoi, prin încălzire treptată, l-a adus în situația normală.

Profesorul francez Louis Rey (1958) a izolat inima unui embrion de pui, a supus-o congelării pînă la temperatura de —196°C și după un timp a fost readusă la temperatura de +37°C și inima s-a comportat normal.

Experiențele cu cîini, efectuate în U.R.S.S., au demonstrat că este posibilă scăderea temperaturii corpului pînă la +8° sau 10°C, fără ca să se producă lezarea de țesuturi sau organe. Cercetătorii sovietici au readus în viață șoareci care au stat congelați timp de 3 ani.

După o moarte aparentă, prin răcire, mulți cercetători au readus la viață arici, veverițe, lilieci.

Un urs din grădina zoologică din Obihiro a fost readus la viața normală, după ce a fost ținut la temperatura de —10°C, timp de 106 zile.

Demonstrativă este și experiența în care s-au folosit embrioni de bovine. De la un lot de vaci de prăsilă, după 10 zile de la fecundare, embrionii formați au fost scoși, separați, și ținuți la temperatura de zero absolut timp de 6 zile. Apoi au fost dezghețați și introduși în uterul altor vaci de altă rasă. Un embrion s-a dezvoltat, deci a rezistat temperaturii scăzute.

În zootehnie se practică curent răcirea spermei, pînă la momentul însămînțării artificiale sau pentru a fi transportată la distanțe mari.

Doctorul David Whittingham de la Universitatea College din Londra a congelat embrioni de șoarece la vîrsta de trei zile, în anul 1973, iar în 1978 a reușit ca unul din embrioni să fie adus la starea normală, să fie implantat în uterul unei femele șoarece, să se dezvolte și să se nască un șoarece perfect normal.

Cu ajutorul acestor căutări s-a demonstrat faptul că, prin intermediul frigului se obține o scădere a temperaturii corpului, care, în anumite limite și prin folosirea de tehnici potrivite, nu conduce la moartea

biologică a țesutului sau organismului, ci numai la o încetinire a metabolismului.

Omul este și el cuprins în acest cîmp al cercetării criobiologiei. S-a constatat că temperatura corpului omenesc poate fi scăzută pînă la +28°C. La această temperatură, creierul rezistă lipsei de irigare timp de 8 minute. În mod normal, creierul suportă lipsa oxigenului numai 4 minute. Se obține scăderea temperaturii corpului cu ajutorul circulației extracorporale.

Pentru unele intervenții chirurgicale este necesar să se obțină o încetinire a metabolismului, deci un consum mai mic de oxigen.

Tehnica frigului este folosită în medicină pentru conservarea de țesuturi și organe necesare în diferite intervenții chirurgicale.

Se poate păstra sînge cu însușiri perfect normale timp de 2—3 ani, dacă este congelat cu azot lichid la —190°C. Oase, cartilaje, țesuturi diferite, artere, pot fi conservate pînă în momentul folosirii lor. Corneele folosite în intervențiile chirurgicale pe ochi sînt conservate cu ajutorul frigului. În țara noastră se păstrează, prin congelare, măduva spinării.

S-au avansat și ipoteze ispititoare apropiate de fantastic. Un organism omenesc congelat imediat după moartea clinică ar putea fi readus la viață după o perioadă oarecare. Cei bolnavi de o maladie, care nu poate fi vindecată cu mijloacele existente în prezent, ar putea fi păstrați în stare de congelare pînă la obținerea mijloacelor de înlăturare a maladiei. Odată găsit mijlocul, organismul omenesc va fi adus la viață, vindecat, deci o adevărată „înviere din morți". Partizan convins al acestei ipoteze, fizicianul american Robert Ettinger și-a expus convingerile în lucrarea *Perspectivele nemuririi*. S-au găsit mulți adepți pentru aceste ipoteze.

În 1967, James Betford, din S.U.A., profesor de psihologie, bolnav de leucemie, a acceptat să fie înghețat

în stare de moarte clinică, să fie ținut în această stare pînă se va găsi medicamentul salvator, și atunci se va încerca „învierea".

Există o tehnică a congelării. Din primele minute ale constatării decesului, sîngele din corp este scos și înlocuit cu o soluție specială de glicerină, care nu îngheață la temperaturi scăzute. Urmează răcirea, care la început se face cu ajutorul gheții uscate, pînă la —79°C, apoi se continuă cu azot lichid pînă la —196°C. Corpul congelat este închis ermetic într-un container frigider, la temperaturi de —91°C și este păstrat într-un mausoleu frigider. La Farmingdale (S.U.A.) există un asemenea mausoleu. Se așteaptă momentul cînd tehnica și medicina vor găsi mijloacele sigure de vindecare a bolilor incurabile de care au suferit, pentru a se încerca „învierea din morți".

Directorul Laboratorului de reanimarea organismelor, de pe lîngă Academia de medicină din U.R.S.S. — Vladimir Negovschi — nu face parte din grupul entuziaștilor.

„Nu cred în refrigerarea cadavrelor, în vederea unei «învieri» ipotetice peste cîteva sute de ani, dar cred în cercetările specialiștilor în crionică, ce vor contribui, probabil, la găsirea mijloacelor care vor permite să se recurgă la o hipotermie mai profundă decît cea utilizată în prezent, a mijloacelor neprimejdioase de a răci organismul la temperaturi sub zero grade".

După opinia acestui savant se va ajunge la mărirea duratei morții clinice pînă la 40—60 minute, în loc de 3—5 minute cît durează acest fenomen în prezent, la temperaturi normale.

Se va reuși aducerea organismelor în stare de anabioză, stare asemănătoare cu hibernarea, se va găsi calea de conservare a vieții, pe o anumită durată. Acest fapt ar sluji zborurilor interplanetare, de lungă durată, întrucît creează încetinirea proceselor vitale

ale organismului omului, făcînd posibilă rămînerea în spațiul cosmic, cu anii.

Înghețarea corpului pînă la —196°C este socotită profund dăunătoare pentru integritatea structurii celulare, deoarece lichidul din celulele organismului este transformat în cristale de gheață, faptul avînd ca urmare distrugerea celulelor.

Considerăm și noi că cercetările în domeniul criobiologiei vor conduce la multe rezultate cu aplicații practice în problemele privind ansamblul de manifestări pe care-l numim viață.

COSMOBIOLOGIA

Ce este dincolo de Terra l-a preocupat pe om din cele mai vechi timpuri. Fantasticul, ipoteticul, supranaturalul au dominat multă vreme mințile oamenilor. Pe măsură ce științele au progresat, posibilitățile omului de a investiga Universul au progresat și ele. Împletirea între dorința nestăvilită a omului de a cunoaște însemnatele progrese ale științei și tehnicii, în general, și, în special, tehnica mijloacelor de pătrundere în Cosmos, au condus la obținerea de date, fapte, ipoteze care, înmănuncheate în jurul aceluiași scop — cunoașterea Cosmosului —, au fundamentat o nouă disciplină biologică.

Cosmobiologia *este ramura biologiei care studiază factorii cosmici specifici, precum și modul cum aceștia influențează asupra organismelor vii, pămîntene, și în care anume condiții viața pămînteasc ă s-ar putea desfășura în spațiul cosmic.*

(Despre posibila existență a vieții pe alte planete, în alte părți ale Universului, se ocupă o altă ramură, anume *exobiologia.*)

Observația a fost prima cale prin care oamenii și-au procurat informații despre ceea ce se găsește în spațiul interplanetar. *Baloanele* dotate cu aparate de înregistrare au mărit cîmpul de cercetare și îmbogățit informațiile. *Sondele* au constituit aparate mai perfecționate, capabile să aducă informații de la distanțe mari. *Sateliții artificiali* îndeplinesc misiuni programate, multiple, posedă o aparatură perfecționată, furnizează informații veridice.

Primul satelit artificial al Pămîntului a fost lansat în U.R.S.S., în ziua de 4.X.1957, la cosmodromul Baiconur și avea 83,6 kg și apogeul 947 km. „Lansarea primului satelit a permis obținerea primelor cunoștințe veridice asupra condițiilor fizice din atmosfera superioară și în interiorul aparatului cosmic în mișcare pe orbită, fapt extraordinar de important pentru pregătirea etapelor următoare ale cercetărilor cosmice" (*Explorările sovietice în domeniul cosmosului* — broșură, p. 7).

Sînt lansați și alți sateliți artificiali pentru cercetarea presiunii și compoziției straturilor superioare ale atmosferei, a cîmpului magnetic al Pămîntului, intensitatea radiațiilor solare și a razelor cosmice.

Navele cosmice, cu aparatură foarte complexă, pentru a ieși din sfera de atracție gravitațională a Pămîntului, trebuiau să fie propulsate cu viteza a II-a cosmică, adică 11,2 km/s. O rachetă cu asemenea performanțe tehnice, creată pentru prima dată în U.R.S.S, a fost lansată la 2.I.1959, în direcția Lunii, și s-a stabilizat pe o orbită în jurul Soarelui.

Prima navă cosmică satelit, lansată la 15.V.1960, avînd la bord cîinii Belka și Strelka, după îndeplinirea misiunii programate, aduce pe pămînt Primele ființe vii care au zburat în Cosmos.

De mare importanță în ceea ce privește lansarea navelor cosmice este cunoașterea acelor *centuri de particule cosmice* (centurile von Allen) care reținu, ca într-o capcană, corpurile care pătrund aici. Ele se găsesc în dreptul Ecuatorului, la înălțimea de 300 km. Navele cosmice care sînt lansate în jurul pămîntului pînă la înălțimea de 300 km pot evolua între pămînt și centurile von Allen. Pentru navele care trebuie să depășească această înălțime, lansarea se face pe la poli, pentru că altfel ar fi reținute în interiorul acestor centuri. Construcția navelor asigură oprirea influenței dăunătoare asupra cosmonauților.

Imponderabilitatea. Un alt fenomen care influențează viața pămînteană în Cosmos este imponderabilitatea, adică scăderea greutății corpului omenesc, și în general a tuturor obiectelor, deoarece încetează exercitarea forței gravitaționale a Pămîntului. Astronauții plutesc în cabina cosmică, poartă încălțăminte cu talpă magnetică, care-i ajută la deplasare, alimentele și apa sînt pompate în tubul digestiv. Cosmonautul V. Sevastianov informa că, în asemenea condiții, simțul echilibrului este mult perturbat.

Astronautul american Eugene A. Cernan, într-un interviu acordat revistei *Magazin* (5.X.1974), la întrebarea: „Cum se comportă organismul uman în condițiile din spațiul cosmic?" răspundea: „Ca pilot obișnuit, lucrez obișnuit în condiții de joasă presiune, fără nici un fel de urmări neplăcute. Nici ca astronaut nu înregistrez modificări fiziologice, atît doar că vocea ți se alterează, aceasta din cauza atmosferei din cabină, care, după cum se știe, diferă prin presiune și compoziție de cea cu care sîntem noi obișnuiți. Așadar, vocea se schimbă și nu auzul, cum am fi tentați să credem . . ."

Un alt cosmonaut, sovietic, A. Nicolaev, afirma că picioarele par ca niște cozi în spațiul imponderabilității.

În zborurile de imponderabilitate prelungită, inima își mărește volumul, scheletul pierde o parte din calciu,

musculatura, din lipsă de exercițiu, își pierde din tonicitate, se manifestă ameteli, goluri în stomac. Pentru a rezista la asemenea condiții, selecția astronauților presupune examene severe.

Liniștea din spațiul cosmic, în comparație cu viața destul de zgomotoasă de pe Pămînt, provoacă tulburări nervoase. Exercițiile simulate cu viitorii astronauți conduc la adaptarea organismului la asemenea condiții.

Presiunea atmosferică. La suprafața Pămîntului, presiunea atmosferică reprezintă 1g/cm². Pe verticală, ea descrește proporțional cu înălțimea, ajungîndu-se pînă la vid. Organismul uman este obișnuit să trăiască în anumite condiții, ori, pentru a exista în condiții de vid, în interiorul navei se realizează o presiune atmosferică care să întrețină viața. În cabina etanșă a navelor „Soiuz", este un amestec de oxigen și azot la o presiune foarte apropiată de 760 mm col. Hg, iar în cabinele navelor „Apollo", atmosfera este formată din oxigen pur la o presiune de 260 mm, col. Hg.

Dacă nu s-ar realiza acest lucru, evaporarea ar fi mare, azotul din sînge ar forma bule, care ar astupa vasele de sînge și ca urmare, organismele ar muri.

Temperatura. Variațiile de temperatură în spațiul cosmic sînt mari. Partea navei expusă soarelui se încălzește foarte mult, și, prin construcție, este protejată de efectele dăunătoare, iar în partea opusă, temperatura este scăzută.

Navele cosmice care se întorc pe Pămînt intră în atmosfera acestuia cu viteze foarte mari și frecarea face ca temperatura învelișului navei să depășească 3 000°C, ceea ce ar determina completa distrugere. Acest lucru nu se întîmplă, deoarece nava are învelișuri protectoare.

Vizibilitatea. Razele vizibile de la soare, dincolo de atmosfera pămîntească, în vid, nu mai difuzează, deci nu se mai produce lumină. În Cosmos este întuneric.

Efectele accelerației. Viteza de 11,2 km/s din momentul lansării navei cosmice influențează negativ viața organismelor. Crește greutatea corpului, masa de sînge este împinsă către picioare, deci, tulburări circulatorii, în special la creier, deoarece inima nu îl mai poate aproviziona cu cantitatea de sînge cu care a fost obișnuit, uneori apare amnezia. Pentru a atenua această influență negativă, astronauții au în cabină poziția aproape culcată.

Toate aceste condiții odată cunoscute, s-a pregătit zborul omului în Cosmos. La 12 aprilie 1961, nava cosmică sovietică „Vostok" avînd în cabină pe primul cosmonaut din lume, Alexeevici Gagarin, este plasată pe orbită în jurul globului pămîntesc și, după o singură revoluție în jurul acestuia, a coborît cu bine la punctul stabilit. A urmat lansarea de nave cu cosmonauți pe durate din ce în ce mai mari.

În S.U.A. se experimentează zboruri balistice cu oameni la bord, cu capsule „Mercury", urmărindu-se mărirea timpului de zbor și obținerea a cît mai multe date științifice.

De la nave cu un singur om, s-a ajuns la nave cu echipaj de 2—3 cosmonauți, care să trăiască timp mai îndelungat în Cosmos și să efectueze programe complexe, pînă la ieșirea omului din spațiul cosmic, aselenizarea și cercetarea satelitului Pămîntului, Luna.

Complexele orbitale sovietice Soiuz-Saliut și navetele spațiale ale S.U.A., Chalanger și Discovery — vehicule cosmice perfecționate — efectuează cercetări diverse în spațiul cosmic.

Omul poate trăi în condițiile din Cosmos, dacă în cabinele navelor se asigură condițiile necesare, pe perioade îndelungate. În cele trei expediții Sckylab, oamenii au trăit 247 zile în Cosmos. În anul 1984, cosmonauții sovietici Leonid Kizim, Vladimir Soloviov și

Oleg Atikov se înapoiau pe Terra, după o activitate de 237 zile în Cosmos, la bordul stației orbitale „Saliut 7". În anul 1987, un alt echipaj sovietic a depășit 300 de zile de ședere continuă în Cosmos.

Se preconizează plasarea de stații științifice orbitale, la care să lucreze savanți cu preocupări diferite, perioade de timp mari, care să poată fi schimbați cu alte echipe. Observarea comportării organismelor în condițiile specifice din Cosmos a furnizat valoroase informații biologice. Medicina a găsit modalități foarte exacte pentru explicarea percepțiilor senzoriale, pentru studierea fragilității globulelor roșii etc. Analizatoarele create pentru supravegherea somnului astronauților își găsesc aplicații în urmărirea stării de anestezie din sălile de operații. Biotelemetria — transmiterea de informații referitoare la un organism viu — a trecut în dotarea a numeroase clinici medicale. Aparatele folosite de astronauți, care funcționează cu ajutorul biocurenților corpului omenesc, sînt utilizate în medicină. Ochelarii prismatici întrebuințați la supravegherea aparatului de bord sînt utilizați de bolnavii imobilizați, de cei ce doresc să citească în poziția de culcat. Bolnavii cu fracturi grave și cei cu arsuri grave folosesc paturile gonflabile, utilizate de astronauți. Se experimentează obținerea de medicamente noi, care nu pot fi obținute pe pământ. Tehnica, în efortul de a face posibile zborurile cosmice, a înregistrat valoroase cuceriri. În domeniul astronomiei Soiuz, Mariner și Pioneer sînt încă mesageri pe magistralele spațiale. Prospectările geologice, făcute cu sateliți artificiali, și-au dovedit rentabilitatea. Stabilirea de linii de comunicații prin sateliții artificiali s-a dovedit mult mai eficientă decît prin alte mijloace.

Așteptăm de la cosmobiologie înțelegerea mai aprofundată a funcționării organismelor vii, atît în Cosmos cît și pe Pământ.

În ceea ce privește viitorul, cîteva amănunte despre *Insula spațială: de la utopie la proiecte realizabile.*

Sub auspiciile Asociației Naționale pentru cercetarea spațiului cosmic, NASA, un grup de 28 de oameni de știință din diferite domenii: fizicieni, economiști, sociologi, ingineri și constructori de vehicule, au întocmit proiectul unei insule spațiale pe care să se creeze posibilitatea de a trăi 10 000 de pămînteni. S-a propus ca insula să aibă forma unei roți, cu diametrul de peste 1 600 m. Populația va locui într-un mare tub de aluminiu, care se va învîrti în jurul axei sale, o dată pe minut, pentru a crea starea de gravitație. Insula va fi plasată în vîrful unui imaginar triunghi isoscel, iar celelalte două puncte, vor fi unul pe Pămînt și altul pe Lună, așezate la aceeași distanță: 240 000 mile. O asemenea așezare face ca atracția Pămîntului și a Lunii să fie zero.

În interiorul tubului vor fi asigurate toate condițiile necesare vieții normale. Aerul va fi purificat, apele folosite vor fi recondiționate. Vor fi asigurate parcuri cu flori, parcuri pentru distracții, condiții pentru desfășurarea agriculturii.

Un grup de 2 000 de specialiști în construcții cosmice vor primi materiale de construcție de pe Pămînt și Lună, prin intermediul rachetelor. Minereuri de pe Lună ar putea fi prelucrate pe insulă și metalele și gazele rezultate trimise pe Pămînt. În ceea ce privește energia, aceasta se va putea obține cu un sistem de sateliți, înzestrați cu oglinzi imense, care vor reflecta energia solară, vor pune în acțiune turbinele ce vor produce curent electric. Se apreciază că energia rezultată va depăși necesitățile „insularilor", surplusul se va putea expedia pe Pămînt, sub formă de microunde de joasă tensiune, captate și transformate în energie electrică.

Susținătorii proiectului îl socotesc realizabil în 15—25 ani, și că e pe deplin realizabil cu mijloacele tehnologiei contemporane.

În țara noastră, la 28 iulie 1972, s-a inaugurat Laboratorul de Radiogenetică Experimentală și Biologie Cosmică, în cadrul Observatorului Astronomic București.

„... Direcțiile esențiale de investigație se desfășoară în domeniul biomedicinei spațiale, exobiologiei, biotehnologiei și radiogeneticii".

EXOBIOLOGIA

Exobiologia, ramură a biologiei, se ocupă cu lămurirea existenței și răspîndirii vieții în Cosmos, cu particularitățile acesteia, cu influențele condițiilor cosmice asupra organismelor vii. Deci, *are ca obiect descoperirea și studierea formelor de viață pe alte corpuri cerești, „inventarierea principalelor biogenosfere extraterestre potențiale, acele planete care prezintă condiții optime pentru apariția și evoluția vieții*".

S-ar părea că are același obiect de studiu cu cosmobiologia. Obiectul cosmobiologiei este însă de a stabili cum se comportă organismele vii de pe Pămînt în spațiul cosmic, unde se întîlnesc cu totul alte condiții ecologice. Exobiologia își propune să lămurească dacă singurul loc de existență a ființelor este Pămîntul sau este posibilă existența vieții și pe alte planete ale Universului.

În cadrul Uniunii Astronomice Internaționale acționează un comitet denumit C.E.T.I. (Comunication with Extra Terrestrial Intelligences = Comunicări cu inteligențe extraterestre) care folosesc mijloace și metode diversificate de investigare. S-au construit roboți

pentru a depista forme elementare de viață în Univers. Robotul Multivator acționează pentru descoperirea enzimelor. În cazul că detectează enzima fosfataza se produce fluorescența unei substanțe din camera de reacție a robotului și acest proces este codificat în semnale de radio, care se transmit observatorului de pe Pămînt. Alt robot — Gulliver — are o cameră cu carbon radioactiv și are posibilitatea de a colecționa eventuali germeni care să dezvolte bioxid de carbon în procesul metabolismului, fapt înregistrat de un contor Geiger miniaturizat. Fenomenul este transmis observatorului de pe Pămînt. Pentru detectarea proteinelor specifice vieții a fost folosit robotul „Detectorul cu bandă" sau „cursa de lup". Prezența proteinei, în contact cu un reactiv din aparat, determină apariția unei benzi întunecate în spectru, care se transmite la centrul terestru.

Navele cosmice trimise pe Lună au explorat și problema existenței vieții pe acest satelit al Pămîntului, iar aparatura trimisă spre Jupiter (sondele Pioneer), spre Venus și Marte au avut în program și studierea acestei probleme. În ceea ce privește programul Viking, Karl Sagan — component al colectivului acestui program — afirma că pe „planeta roșie" există „toate condițiile necesare, dar nu și în mod automat suficiente, pentru apariția vieții".

S-a presupus și faptul că există undeva în Univers ființe inteligente și că acestea vor căuta să-și arate prezența, trimițînd în Cosmos mesaje. De aici, dubla preocupare: de a se găsi posibilitatea de a capta eventualele mesaje și posibilitatea de a emite mesaje către aceste „lumi".

În insula Porto-Rico, la Arecibo, în craterul unui vulcan stins, este instalată cea mai puternică antenă radar din lume. F. Drake — directorul observatorului — trimite în 1974 primul mesaj, la distanța de 24 000 ani lumină, adică de 24 000 de ori zece mii de miliarde de

km, îndreptat către o grupare de vreo 300 000 de aștri alcătuind constelația Hercules.

„Mesajul a fost alcătuit din 72 de grupe consecutive, fiecare avînd 23 de caractere binare, lizibile de la dreapta la stînga și de sus în jos, deci respectiv gradațiile cantitative ca în orice sistem de numerație". Mesajul, captat vizual, va fi interpretat astfel: fiecărei cifre 0 (zero) îi corespunde un pătrat alb, iar pentru fiecare cifră 1 (unu) un patrat negru; prin combinarea acestora se va obține imaginea grafică a unui pămîntean și numărul de oameni care trăiesc pe Pămînt; în partea de jos se va obține schița postului de emisiune de la Arecibo; pe alte rînduri vor fi elementele chimice care stau la baza sintezei substanțelor organice (H, O, C, N, P) și structura moleculei de ADN. *(Mesaj în cod binar, transmis de marea antenă de la Arecibo* — Știință și Tehnică nr. 3/1976). Nu s-a confirmat primirea, descifrarea și răspunsul la mesajul trimis.

În 1960 s-au transmis semnale reprezentînd pe $A^2 = B^2 + C^2$ (teorema lui Pitagora), deoarece s-a apreciat că este un adevăr ușor descifrabil și ușor de înțeles de către ființe inteligente.

O altă încercare a constat în transmiterea semnalelor reprezentînd formula chimică a apei (H_2O), presupunîndu-se că orice ființă, pentru existența sa, are nevoie de această substanță, deci o pot descifra și alte civilizații.

Un proiect american mai recent, cunoscut sub numele de „Ciclon", urmărește unirea a cel puțin 100 de antene radio în una singură, cu diametrul de 16 km. Se presupune că o asemenea instalație va fi capabilă să capteze semnalele extraterestre, pe care experții le vor descifra. (Necesitînd sume importante pentru realizare, ideea se găsește în situație de proiect.)

Realizabilă a fost lansarea rachetelor spațiale „Voyager 1 și 2", construite de oamenii de știință din S.U.A., menite să efectueze cea mai lungă călătorie în spațiul cosmic a unui obiect creat de om.

„Voyager 2", lansat în august 1977, de exemplu, a avut misiunea planificată pe 8 ani, interval în care a trecut prin apropierea planetelor Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun, și a transmis date despre aceste planete. În afară de aceste misiuni, la bordul rachetei a fost instalată și aparatură specială care să transmită, în spațiu, mesaje din partea pămîntenilor, către eventuale ființe extraterestre. Pe un disc au fost imprimate 60 de semnale diferite, de la ciripitul păsărilor, pînă la valurile mării și transmiterea a 116 picturi, care pot fi descifrate pe baza semnalelor electrice.

Primele informații au fost transmise în martie 1978.

Telescoapele observatoarelor astronomice, cercetările astronauților făcute pe suprafața Lunii, puternicele instalații radar, nu confirmă existența materiei vii și pe alte planete. Dacă se ține seama de temperatura de pe alte planete, de faptul că în spațiul cosmic este vid sau semivid, că razele ultraviolete există în cantități mari, de absența oxigenului, înclinăm să credem că forme de viață asemănătoare acelora de pe Pămînt nu se pot dezvolta.

S-ar putea să existe, afirmă unii cercetători, forme de viață specifice fiecărei planete, determinate de condițiile specifice în care s-au format.

Se afirmă că mișcarea materiei în Univers s-ar putea face pe căi divergente.

Pe Pămînt, apa și oxigenul stau la baza materiei vii. Acest proces poate să se desfășoare pe alte planete pe baza azot-amoniac lichid. Locul carbonului — element de bază la formarea materiei pămîntene — poate fi ocupat de siliciu, care poate să polimerizeze în lanțuri gigantice ca și carbonul.

Pînă în prezent, se vehiculează numai cu ipoteze.

Sînt unele fapte care menţin în actualitate problema posibilităţii existenţei materiei vii şi în alte părţi ale Universului.

Radioastronomia a descoperit, în Univers, substanţe chimice caracteristice materiei vii.

În 1937, se descoperă în spectrul luminos al norilor interstelari, fişia de absorbţie a unei molecule compusă dintr-un atom de carbon şi unul de hidrogen (CH). Prin metoda spectroscopiei optice se descoperă (1940) molecula de (CN), numită cianogen. Urmează punerea în evidenţă a hidrogenului liber (1951), a moleculelor de amoniac (NH_3) şi apă, a hidrogenului molecular, a alcoolului metilic (CH_3OH), iar în 1971 s-a făcut identificarea a zece tipuri noi de molecule. Se încearcă şi o explicaţie ipotetică a formării acestor molecule. „Pentru ca o moleculă să ia naştere, e desigur nevoie ca mulţi atomi să se întîlnească, dar lucrul nu e atît de simplu în spaţiul interstelar cvasi-vid. Apoi, trebuie să rămînă legaţi unii de alţii. Or, nu numai că nu sînt prea mulţi, dar au şi puţine şanse să se ciocnească unii cu alţii, întrucît nu se agită în condiţiile temperaturii foarte joase. Probabilitatea de a se asocia este extrem de mică. Ba, după unele calcule, ar fi chiar nulă. Unica explicaţie: grăunţele de pulbere (care alcătuiesc o parte a norilor) enorme faţă de talia atomilor, au servit drept refugiu acestora. Concentraţi astfel la suprafaţa pulberilor, atomii s-au putut asocia formînd molecule. Suportul a putut servi drept catalizator reacţiei, ajutată şi de aportul energetic al radiaţiilor luminoase".

Al doilea argument ce ţine în actualitate problema existenţei vieţii şi în alte părţi îl constituie rezistenţa unor organisme la influenţele nocive ale factorilor fizici şi chimici din Cosmos.

La temperaturi scăzute, pînă aproape de zero absolut, microorganismele îşi păstrează însuşirile vitale. Unele plante au rezistat la temperatura de —253°C. Microorganismele termofile se dezvoltă la temperaturi de 70—90°C. În condiţiile de vid obţinute în laborator, unii microbi au trăit cinci zile. Radiaţiile ionizante din Cosmos ar putea fi suportate de unele organisme, deoarece în laborator, pentru deplina sterilizare se folosesc sute de mii de röntgen.

A constituit „o modă" şi ideea că meteoriţii sînt mesagerii germenilor vieţii. Cercetări şi reverificări minuţioase au arătat că ipoteza nu are bază ştiinţifică.

Existenţa „O.Z.N."-urilor — obiecte zburătoare neidentificate — popular „farfurii zburătoare", este neclarificată.

Ceea ce este cert este faptul că omul, fiinţă în veşnică căutare, nu va capitula în rezolvarea tuturor acestor probleme.

BIBLIOGRAFIE

* * * — *Cod internaţional de nomenclatură botanică* — Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1974

Andrei, Marin — *Anatomia plantelor* — Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1978

Anghel, Ion — *Citologie vegetală* — Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1965

Anghel, I., Voica, C., Mohan, Gh. — *Probleme actuale de biologie* — Societatea de ştiinţe biologice, Bucureşti, 1984, 1985, 1986, 1987

Anghel, I., Toma, N. — *Poliploidia şi anenploidia* — Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1980.

Anghel I., Brezeanu A., Toma N. — *Ultrastructura celulei vegetale* — Editura Academiei R.S.R.— Bucureşti, 1981

Anghel, I., Toma, N. — *Mutaţiile genelor* — Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1983

Anghel, I., Toma, N. — *Cromozomii* —Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1987

Arsenescu, Gh., Bădin, Gh. — *Curs de fiziologie* — Litografiat IMF. Tîrgu Mureș, 1984
Berceanu, St., Păunescu, Emil — *Biologia și patologia imunității* — Editura Academiei R.S.R., București, 1981
Bordea, Gh., Diaconu, L. — *Embriologie pentru uzul studenților* — Inst. agronomic „N. Bălcescu", București, 1984
Bojor, O., Trifu, M., Răianu, O. — *Fiziologia plantelor* — Editura Didactică și Pedagogică, București, 1971
Bittman, Emil — *Cibernetica și biologia* — Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1984
Botnariuc, Nicolae — *Biologie generală* — Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974
Ciobanu, I. — *Morfologia plantelor* — Editura Didactică și Pedagogică, București 1971.
Cociu, M, Cociu Maria — *Tainele comportamentului animal* — Editura Albatros, București 1982.
Cociu, Mihail—*S-a întîmplat la Zoo*—Editura Albatros, București, 1985.
Crăciun, Teofil — *Genetica și societatea* — Editura Albatros, București, 1983.
Diaconu, Petre — *Să descifrăm tainele eredității* — Editura Ceres, București 1984
Farcaș, D. D. — *De ce tac civilizațiile extraterestre* — Editura Albatros, București (1983).
Felszeghy, E., Abraham, A. — *Biochimia* — Editura Didactică și Pedagogică, București, 1972.
Guberman, M. Igor —*Bionica* —Editura Enciclopedică Română București, 1973.
Iftimovici, Radu, — *Jocul de-a celulele izolate* —Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1981
Iacob, Francois — *Logica viului* (traducere) — Editura Enciclopedică Română, București, 1972.
Lungu, Dumitru — *Orologiile biologice* — Editura Științifică, București, 1968
Macovschi, Eugen — *Natura și structura materiei vii* — Editura Academiei R.S.R., București, 1972.
Maximilian, Constantin — *Aventura geneticii* —Editura Albatros, București 1978.
Maximilian, Constantin — *Speranțe pentru mai tîrziu* — Editura Sport-Turism, București 1983.
Mihail, N. Mihai, Rusu, A. Mircea — *Ce este biocibernetica?* — Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1977.
Milcu, Ștefan, M. (coordonator) — *Radiobiologia* — Editura Academiei R.S.R, București, 1975.
Mititelu, Dumitru — *Botanică Sistematică — Taxonomia* — Universitatea IAȘI, 1979.
Neacșu, Constantin — *Informația biologică* — Editura Științifică și Enciclopedică București, 1982.
Nicolau, Edmond — *Cibernetica și omul* — Editura Științifică, București, 1969.
Nicolau, Edmond — *Cibernetica anunță viitorul* — Editura „Ion Creangă" București, 1981.
Papilian, Victor, Roșca, Gheorghe — *Tratat elementar de histologie* — Editura Dacia, Cluj-Napoca 1978.
Peterfi, St., Sălăjeanu, N. — *Fiziologia plantelor* — Editura Didactică și Pedagogică, București, 1972.
Rabega, Maria, Rabega, C. — *Biochimia* — Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.
Raicu, Petre — *Genetica* — Editura Didactică și Pedagogică. București, 1980.
Raicu, Petre — *Genele și evoluția viețuitoarelor* — Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.
Raicu, Petre — *Genele și ingineria genetică* —Editura Științifică și Enciclopedică, București
Săhleanu, V., Voiculescu C. I. — *Probleme de biologie umană* — Editura didactică și pedagogică București 1976.
Săhleanu, Victor — *Eseu de biologie informațională* — Editura științifică, București 1973.
Săhleanu, Victor — *Chimia, fizica și matematica vieții* — Editura științifică București 1965
Soran, Viorel — *De la moleculă la celula vie* — Editura Enciclopedică Română, București, 1972.
Șerbănescu — Jitariu, Gabriela, Toma, Nicolae — *Morfologia și anatomia plantelor* — Editura Didactică, și Pedagogică București, 1980.
Stugren, Bogdan — *Bazele ecologiei generale* —Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1982.
Toma, Nicolae, Anghel, Ion — *Citologia vegetală* —Universitatea București, 1975.
Zarnea, Gheorghe — *Tratat de microbiologie*, volumele I, II, III — Editura Academiei R.S.R. București, 1983.
* * * — *Progrese și perspective în biologie* — Catedra de Științe Biologice (1974, 1975, 1976, 1977). Universitatea București.

CUPRINS

Introducere 5
Biologia generală 7
Microbiologia 15
Virusologia 20
Imunologia 27
Citologia 32
Embriologia 40
Taxonomia 44
Genetica 49
Ecologia 58
Biochimia 63
Biologia moleculară 67
Bioritmologia 71
Radiobiologia 75
Biofizica 79
Bionica 83
Bioingineria 86
Biotehnica 92
Gnotobiologia 96
Biocibernetica 99
Biologia informațională 105
Criobiologia 109
Cosmobiologia 113
Exobiologia 120
Bibliografie 125

Redactor: DOINA ELENA CIOACĂ
Tehnoredactor: MARILENA DAMASCHINOPOL

Coli tipar: 4. Bun de tipar: 27.04.89

Tiparul executat sub comanda nr 58 la
Întreprinderea poligrafică „13 Decembrie 1918",
str. Grigore Alexandrescu nr. 89-97
București,
Republica Socialistă România

= pastă rad =

Biologia — știința vieții — a fascinat permanent omul, ființă inteligentă, dornică să-și cunoască mai amănunțit originea, structura, evoluția, mediul, să-și cunoască planeta și organismele ce o populează. Din această sete de cunoaștere s-au născut nenumăratele ramuri, domenii, științe de graniță care fac azi complexul disciplinelor biologiei: citologia, embriologia, virusologia, taxonomia, imunologia, genetica, radiobiologia, cosmobiologia, biofizica, bionica, bioingineria ș.a. Cartea aduce în fața cititorilor, în spiritul celor de mai sus, date interesante privitoare la istoricul, obiectul, evoluția, a cîtorva din cele mai reprezentative domenii ale biologiei.

Editura Științifică și Enciclopedică

ISBN 973-29-0015-6

Lei 5,50